

Inventaire canadien des gaz à effet de serre

**Émissions
et absorptions
de 1997 et tendances**



Données de catalogage avant publication (Canada)

Neitzert, F.

Inventaire canadien des gaz à effet de serre : émissions et absorptions de 1997 et tendances

Publ. aussi en anglais sous le titre : Canada's greenhouse gas inventory, 1997 emissions and removals with trends.

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-662-83671-5

N^o de cat. En49-8/5-9F

1. Gaz à effet de serre — Canada — Mesure.
2. Méthane — Aspect de l'environnement — Canada.
3. Oxyde nitreux — Aspect de l'environnement — Canada.
4. Gaz carbonique — Aspect de l'environnement — Canada.
5. Hexafluorure de soufre — Aspect de l'environnement — Canada.
6. Pollution — Canada — Mesure.

I. Olsen, Kenneth.

II. Collas, Pascale.

III. Canada. Direction générale de la prévention de la pollution atmosphérique.
Direction des données sur la pollution.

IV. Titre.

TD885.5G73N44 1999 363.738'74'0971 C99-980325-5



Imprimé au Canada sur du papier recyclé avec des encres végétales.

Inventaire canadien des gaz à effet de serre

Émissions et absorptions de 1997 et tendances

F. F. Neitzert, K. Olsen et P. Collas
Division des émissions
de gaz à effet de serre
Direction des données sur la pollution
Direction générale de la prévention
de la pollution atmosphérique

Environnement Canada

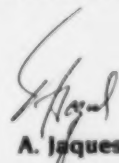
Avril 1999

Avant-propos

Le 4 décembre 1992, le Canada a ratifié la Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC). La Convention, couronnement de nombreux mois de négociation, est entrée en vigueur le 21 mars 1994. En vertu de cet accord et des décisions qui ont suivi (particulièrement les décisions 3.CP1 et 11.CP4), les parties dont le nom figure à l'Annexe 1 de la Convention doivent déposer, *au plus tard le 15 avril, un inventaire national annuel des émissions de gaz à effet de serre par source et des absorptions par puits, pour la période qui se termine deux ans avant l'année de dépôt du document*. En outre, les parties ont l'obligation d'inclure, autant que faire se peut, des *renseignements supplémentaires et explicatifs*. Le présent rapport, préparé par le personnel de la Division de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'Environnement Canada, en consultation avec un large éventail de parties intéressées, est l'inventaire officiel des gaz à effet de serre du Canada présenté à la CCNUCC. En plus des données d'inventaire, il contient aussi les renseignements complémentaires pertinents qui ont pu être recueillis et une analyse des récentes tendances en matière d'émission et d'absorption de ces gaz.

En décembre 1997, à la 3^e Conférence de Kyoto au Japon, les parties à la Convention dont le nom figure à l'Annexe 1 se sont mises d'accord sur des cibles différenciées susceptibles de réduire, sur une période de cinq ans, le volume des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux niveaux de 1990 (2008-2012). Le Protocole de Kyoto, une fois ratifié, imposera au Canada l'obligation légale de réduire ses émissions de six pour cent par rapport au niveau de 1990 et il stipule que les progrès réalisés vers le respect de cet engagement seront évalués grâce à un ensemble de méthodes reconnues internationalement qui permettront de mesurer les volumes émis et absorbés et d'en faire rapport. En outre, le Protocole de Kyoto (article 3.2) exige que les parties aient démontré, au plus tard en l'an 2005, qu'elles ont progressé vers l'atteinte de leur cible de réduction. Même s'il n'y a pas encore eu d'entente sur l'adoption de lignes directrices supplémentaires pour la surveillance et les comptes rendus, les estimations d'émissions que présente ce rapport, de concert avec ses mises à jour ultérieures et, s'il y a lieu, la présentation de renseignements supplémentaires, seront utilisées pour encadrer et suivre les progrès du Canada vers l'atteinte de ses objectifs de réduction.

L'élaboration d'inventaires d'émissions est un processus permanent et en pleine évolution et, à ce titre, les méthodes adoptées évolueront avec l'amélioration des techniques et la prolifération de données objectives sur les émissions. Le présent rapport propose un résumé des méthodes, des définitions, des estimations et des coefficients qui ont été utilisés pour calculer les émissions à l'échelle nationale et provinciale. Même si ces méthodes, dans de nombreux secteurs, sont perfectibles, le niveau de détail et le type de renseignements disponibles font en sorte que les estimations contenues dans ce rapport peuvent être tenues pour la représentation la plus exacte possible des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre au Canada.



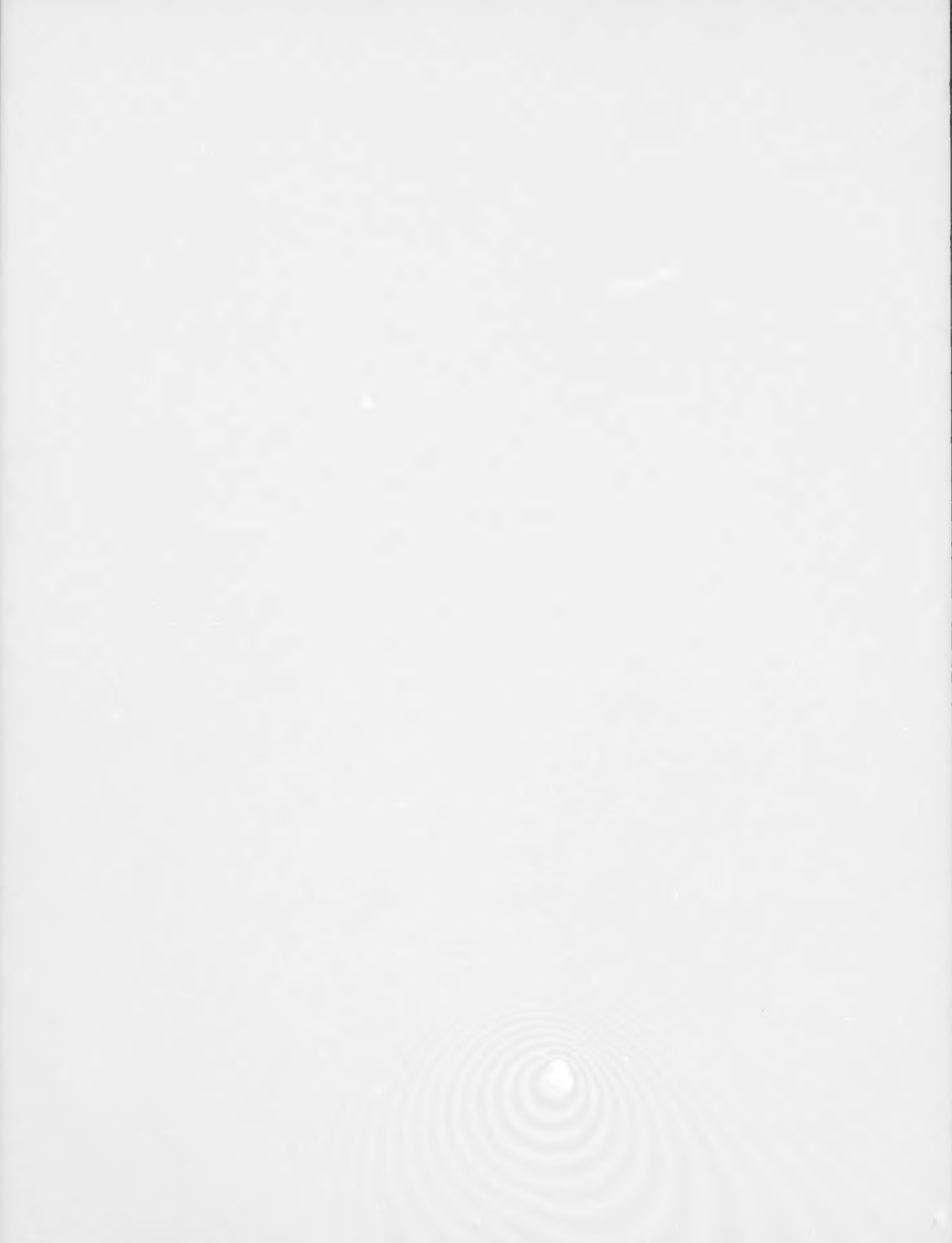
A. Jaques

Le 10 avril 1999

Réaction des lecteurs

Tout commentaire des lecteurs à propos du contenu de ce rapport devrait être adressé à

Art Jaques, Ingénieur de projet
Gestionnaire – Division des émissions de gaz à effet de serre
Direction des données sur la pollution
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3



Remerciements

Le présent rapport est l'aboutissement de plusieurs années de travail opiniâtre et il se fonde sur les résultats des précédents documents publiés en 1992 et 1997^{1,2}. Bon nombre des personnes et des organismes qui ont contribué aux inventaires antérieurs ont continué à fournir des renseignements pour ce rapport. Depuis la publication de l'inventaire des émissions de 1990, un nombre croissant de personnes se sont intéressées au changement climatique, et plus particulièrement, aux émissions de gaz à effet de serre. Bien que cet intérêt ait suscité un certain nombre d'activités de recherche, seul un nombre restreint d'intervenants se sont efforcés de mesurer les émissions et de produire de meilleures estimations. Par conséquent, ces estimations restent caractérisées par un certain degré d'incertitude que les travaux de recherche à venir continueront à réduire. Nous espérons néanmoins que les estimations d'émissions présentées ici représentent la meilleure information disponible et qu'elles contribueront à cerner les secteurs se prêtant le mieux aux réductions d'émissions, particulièrement à la lumière des engagements récents pris par le Canada.

Parmi le grand nombre de personnes et d'organisme qui ont fourni appui et renseignements, les auteurs sont particulièrement redevables à Chia Ha, une stagiaire en ingénierie qui a joué un rôle important dans l'élaboration des méthodes d'estimation des données historiques sur les émissions et des méthodes connexes, en plus d'avoir produit la plupart des diagrammes techniques du rapport; April Meyer et Pam Simpson, deux étudiants en génie de l'Université de Guelph qui ont largement contribué à la mise au point des méthodes appliquées aux transport, aux centrales électriques et au traitement des déchets; Ray Desjardins, Henry Janzen, Richard Riznek et Ward Smith d'Agriculture et Agroalimentaire Canada qui ont fourni des avis et des estimations pour les émissions de carbone, de méthane et d'oxyde nitreux en provenance des sols et d'autres sources du secteur agricole; Ron Rasia, Gary Smalldridge, Serge Grenier et Lucie Cloutier de Statistique Canada pour leur aide dans l'interprétation des données relatives à l'approvisionnement énergétique du Canada; les

ministères provinciaux de l'énergie et de l'environnement; Jim Farrell de l'Institut canadien des engrais qui a fourni des renseignements et produit des estimations d'émissions dans son domaine; Maria Wellisch de MWA, Werner Kurz d'ESSA ainsi que Dave Boulter et Darcie Booth du Service canadien des forêts. Neil McIlveen, Hertsel Labib et Michel Francoeur de Ressources naturelles Canada; Peter Barton de la Division des émissions de sources mobiles du Canada; l'Association canadienne de l'électricité, l'Association canadienne des producteurs pétroliers, l'Association canadienne du gaz, l'Association de l'aluminium du Canada, le Centre canadien de données et d'analyse sur la consommation d'énergie dans le secteur de l'industrie; toutes les sociétés d'experts-conseils indépendantes qui ont participé aux travaux sur les émissions, y compris TJ McCann and Associates, Steve Graham, Warren Baker, ORTECH International, Senes Consulting, Clearstone Engineering, ICF Kaiser, Jacques Whitford, SAIC, GCSI et ChemInfo.

Les membres des organismes qui contribuent à la Stratégie nationale sur le changement climatique ont reconnu la nécessité d'améliorer les données des inventaire d'émissions à l'appui de l'atteinte des objectifs du Protocole de Kyoto et ils ont fourni des fonds en vue d'améliorer le suivi, la surveillance, la déclaration, l'examen et la vérification des données sur les émissions et les absorptions fournies par le Canada dans le cadre de son inventaire national. Les futurs inventaires s'en trouveront notablement améliorés et les auteurs souhaitent exprimer leur gratitude aux responsables pour leur appui.

Enfin, cette section ne serait pas complète si les auteurs ne soulignaient pas le leadership et l'apport soutenu de Art Jaques, gestionnaire de la Division des émissions de gaz à effet de serre d'Environnement Canada.

1 Jaques, A. P. Estimations des émissions de gaz provoquant l'effet de serre au Canada en 1990, Rapport SPE 5/AP/4, Environnement Canada, 1992

2 Jaques, A. P., Neitzert, F., Boileau, P. Tendances des émissions de gaz à effet de serre au Canada 1990-1995, Environnement Canada, 1997



Table des matières

Avant-propos	iii	2.6.2 Pétrole et gaz naturel	33
Remerciements	v	2.7 Bibliographie	37
Sommaire	xiii	Section 3 : Procédés industriels	39
Section 1 : Introduction	1	3.1 Production et utilisation de minéraux non métalliques	39
1.1 Changement climatique	1	3.1.1 Fabrication de ciment	39
1.2 Tendances des émissions à l'échelle planétaire	2	3.1.2 Fabrication de chaux	40
1.3 Tendances des émissions nationales	4	3.1.3 Utilisation de calcaire	40
1.4 Méthode	5	3.1.4 Fabrication et utilisation de bicarbonate de soude	41
1.5 Bibliographie	7	3.2 Produits chimiques	41
Section 2 : Énergie	9	3.2.1 Production d'ammoniac	41
A. Utilisation de combustibles	9	3.2.2 Production d'acide nitrique	42
2.1 Industries énergétiques	10	3.2.3 Production d'acide adipique	42
2.1.1 Production d'électricité et de chaleur	11	3.3 Fabrication de métaux	43
2.1.2 Raffinage du pétrole	14	3.3.1 Sidérurgie (fer et acier)	43
2.1.3 Autres industries et exploitations minières utilisant des combustibles fossiles	15	3.3.2 Fabrication d'aluminium	43
2.2 Secteur manufacturier et construction	16	3.3.4 Fabrication de magnésium	45
2.2.1 Enquête auprès des consommateurs industriels d'énergie	17	3.4 Fabrication d'autres métaux	45
2.2.2 Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne	18	3.5 Utilisation de produits non différenciés qui ne produisent pas d'énergie	45
2.3 Transport	18	3.6 Bibliographie	46
2.3.1 Transport aérien	22	Section 4 : Utilisation de solvants et d'autres produits	49
2.3.2 Transport routier	22	4.1 Emploi d'anesthésiques et d'agents propulseurs	49
2.3.3 Transport ferroviaire et maritime	28	4.2 Émissions liées à la consommation de SF ₆ , d'HPF et d'HFC pour tous les usages, sauf la fabrication de métaux de première fusion	50
2.4 Sources de combustion fixes, non industrielles	29	4.3 Bibliographie	52
2.4.1 Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel	30	Section 5 : Agriculture	53
2.4.2 Autres (agriculture et foresterie)	31	5.1 Fermentation entérique	53
2.5 Combustion de la biomasse pour la produc- tion d'énergie – émissions de CO ₂	31	5.2 Traitement du fumier	54
B. Émissions fugitives	31	5.3 Soils agricoles	56
2.6 Industries productrices d'énergie : Émissions fugitives des combustibles fossiles	31	5.3.1 Méthode employée pour le dioxyde de carbone	56
2.6.1 Exploitation houillère et manutention	32	5.3.2 Méthode employée pour l'oxyde nitreux	57
		5.4 Bibliographie	60

**Section 6 : Changement d'affectation
des terres et foresterie 61**

6.1 Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse	63
6.1.1 Méthode	63
6.1.2 Tendances	64
6.1.3 Méthodes de remplacement : changement des stocks et flux atmosphérique	65
6.2 Conversion des forêts et des pâturages	65
6.2.1 Méthode	65
6.2.2 Tendances	66
6.3 Abandon des terres exploitées	67
6.3.1 Méthode	67
6.3.2 Tendances	67
6.4 Émissions et absorptions de dioxyde de carbon par les sols résultant du changement d'affectation des terres	67
6.4.1 Émissions de carbone des sols après conversion des terres	68
6.4.2 Absorption du carbone des sols par suite de l'abandon des terres exploitées	68
6.5 Feux de forêt d'origine humaine	68
6.5.1 Brûlage dirigé	69
6.5.2 Autres feux dans la forêt de production	69
6.5.3 Autres feux d'origine humaine en dehors de la forêt de production	69
6.5.4 Tendances	69
6.6 Feux de forêt d'origine naturelle	70
6.7 Incertitude	70
6.8 Bibliographie	71

Section 7 : Déchets 73

7.1 Élimination des déchets solides en milieu terrestre	73
7.1.1 Méthode	74
7.1.2 Gaz des décharges récupérés	74
7.2 Traitement des eaux usées	74
7.2.1 Méthode	75
7.3 Incinération des déchets	75
7.3.1 Méthode	76
7.4 Compostage	77
7.5 Bibliographie	77

**Annexe A : Sommaire des émissions
canadiennes 81**

A1 Tendances	81
i Estimation des émissions de gaz à effet de serre qui se sont produites au Canada entre 1990 et 1997	81
ii Tendances à long terme des émissions de gaz à effet de serre au Canada	82
A2 Résumé des émissions canadiennes de gaz à effet de serre par année : de 1990 à 1997	85

**Annexe B : Description détaillée
des méthodes 93**

B1 Méthodes appliquées à la biomasse	93
B2 Méthodes appliquées aux transports	95
B3 Méthodes d'élimination des déchets solides en milieu terrestre	105
B4 Méthodes appliquées aux émissions fugitives produites en 1997 par le secteur amont des industries pétrolières et gazières classiques	109

Annexe C : Coefficients d'émission 111

Annexe D : Incertitude 115

**Annexe E : Tableaux standard du GIEC
pour 1997- version abrégée 121**

**Annexe F : Émissions provinciales et
territoriales, 1990 à 1996 131**

**Annexe G : Potentiel de réchauffement
planétaire 159**

Liste des tableaux

S.1	Émissions de gaz à effet de serre au Canada et variables connexes	xiv	2.3.3-1	Tendances des émissions pour le transport ferroviaire et maritime au Canada	29
S.2	Émissions et absorptions de gaz à effet de serre au Canada : Tendances par type de gaz et par secteur	xv	2.4.1	Tendances des émissions de gaz à effet de serre pour les sources de combustion fixes non industrielles (Mt éq. CO ₂)	29
S.3	Émissions mondiales des principaux gaz à effet de serre – Total des émissions de CO ₂ , de CH ₄ et de N ₂ O	xvii	2.6.1-1	Émissions fugitives des charbonnages	32
S.4	Potentiel de réchauffement planétaire	xxiv	2.6.1-2	Coefficients d'émission des mines de charbon par province, type de charbon et méthode d'extraction	33
2.1-1	Tendances des émissions attribuables à la combustion dans les industries de la production et de la transformation d'énergie	11	2.6.2-1	Émissions fugitives du secteur amont de l'industrie pétrolière et gazière au Canada (Mt éq. CO ₂)	34
2.1-2	Émissions des industries productrices d'énergie, y compris le torçage et les sources mobiles	11	2.6.2-2	Émissions fugitives provenant de la production non classique de pétrole brut (Mt éq. CO ₂)	37
2.1.1-1	Tendances des émissions dérivées de la production d'électricité	12	2.6.2-3	Émissions fugitives provenant des réseaux de distribution du gaz naturel (Mt éq. CO ₂)	37
2.2-1	Émissions de gaz à effet de serre (Mt éq. CO ₂) selon le classement du GIEC	16	3.1-1	Émissions de la production de minéraux non métalliques (Mt éq. CO ₂)	39
2.2-2	Émissions de la catégorie des industries manufacturières et de la construction en 1996 (Mt)	16	3.2-1	Émissions de la fabrication de produits chimiques (Mt éq. CO ₂)	41
2.2.1-1	Émissions provenant de l'utilisation des combustibles fondées sur les données relatives à la consommation énergétique de l'ECIE (kt éq. CO ₂)	17	3.3-1	Émissions de la fabrication des métaux (Mt éq. CO ₂)	43
2.2.2-1	Émissions de dioxyde de carbone liées à l'énergie pour les industries du PEEIC (Mt éq. CO ₂)	18	4.1-1	Émissions de N ₂ O des anesthésiques et des agents propulseurs	49
2.3-1	Tendances dans le secteur du transport des marchandises	20	4.2-1	Émissions totales d'HFC au Canada (kt éq. CO ₂)	50
2.3-2	Tendances dans le secteur du transport des passagers	20	4.2-2	Coefficients d'émission d'HFC (perte en kg par kg de consommation)	51
2.3.1-1	Tendances des émissions et transport des passagers dans le secteur du transport aérien	22	4.2-3	Consommation totale d'HFC au Canada (t polluants)	51
2.3.2-1	Détails des émissions des véhicules routiers au Canada en 1996	23	5.1	Émissions dues à la fermentation entérique (Mt éq. CO ₂)	53
2.3.2-2	Tendances détaillées des émissions des automobiles et des camions légers	25	5.1-2	Coefficients d'émission de méthane pour le bétail et le fumier	54
2.3.2-3	Principaux indicateurs – Véhicules légers à essence et à moteur diesel	26	5.2-1	Émissions dues au traitement du fumier (Mt éq. CO ₂)	55
2.3.2-4	Tendances dans le secteur des automobiles alimentées au gaz naturel et au propane	27	5.2-2	Utilisation des systèmes de traitement du fumier et coefficients d'émission	55
2.3.2-5	Tendances des émissions des véhicules utilitaires lourds (essence et diesel)	28	5.3-1	Émissions provenant des sols agricoles (Mt éq. CO ₂)	56
			5.3.2-1	Émissions de N ₂ O dues à l'utilisation d'engrais (1996)	58
			5.3.2-2	Concentration de matière déshydratée dans les récoltes (kg/kg)	59

5.3.2-3	Coefficients d'émission indirecte par défaut du GIEC	59	6.5-1	Aires brûlées par des feux d'origine humaine de 1990 à 1996.	68
6-1	Émissions et absorptions de 1996 dues au changement d'affectation des terres et à la foresterie.	63	6.5.4-1	Total des émissions de gaz à l'état de traces provenant de feux d'origine humaine de 1990 à 1996.	70
6.1.2-1	Émissions et absorptions provenant de l'évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse de 1990 à 1996.	64	6.6-1	Émissions provenant des feux d'origine naturelle	70
6.2.2-1	Émissions de CO ₂ provenant de la conversion des forêts et des pâturages par type de terres converties de 1990 à 1996	66	7.1-1	Tendances des émissions des lieux d'enfouissement de déchets urbains solides	73
6.3.2-1	Absorptions de CO ₂ provenant de l'abandon des terres exploitées par nouveau type de terre de 1990 à 1996	67	7.2-1	Tendances des émissions dans le domaine du traitement des eaux usées.	74
6.4-1	Émissions et absorptions de CO ₂ des sols dues au changement d'affectation des terres de 1990 à 1996.	68	7.3-1	Émissions provenant de l'incinération des déchets	75

Liste des figures

S-1	Émissions de gaz à effet de serre au Canada par secteur économique pour 1997	xiv	2.1.1-1	Intensité des émissions de gaz à effet de serre des centrales électriques canadiennes	13
S-2	Émissions de gaz à effet de serre au Canada par type de gaz pour 1997	xiv	2.1.1-2	Intensité des émissions de gaz à effet de serre des centrales électriques, par province	15
S-3	Tendances récentes : Émissions et indicateurs choisis	xvi	2.3-1	Sources des gaz à effet de serre dans la catégorie des transports	18
S-4	Évolution des émissions de gaz à effet de serre, à partir de l'année de référence 1990, pour la période allant de 1991 à 1997	xvi	2.3-2	Tendances des émissions dans le secteur des transports	19
S-5	Tendances des émissions au Canada et objectif du Protocole de Kyoto	xviii	2.3-3	Tendances des émissions par mode de transport	19
S-6	Indices de l'intensité des émissions de gaz à effet de serre au Canada en fonction du PIB, des données démographiques et de l'énergie	xix	2.3.2-1	Émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports routiers en 1996	24
S-7	Tendances des émissions de gaz à effet de serre par secteur économique	xix	2.3.2-2	Tendances des émissions des véhicules légers	24
S-8	Tendances des émissions des industries du secteur de l'énergie	xx	2.3.2-3	Émission d'oxyde nitreux des véhicules légers et pénétration des dispositifs antipollution	27
S-9	Émissions des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel par degré-jour per capita	xxiii	2.4.1-1	Émissions de gaz à effet de serre comparativement aux degrés-jours de chauffage	30
S-10	Tendances des émissions dans le secteur agricole	xxiii	2.4.1-2	Émissions par degré-jour de chauffage per capita dans les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel	31
1.1-1	Concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone, à l'échelle mondiale	1	2.6-1	Sources d'émissions fugitives de gaz à effet de serre	32
1.1-2	Écarts de température au Canada	2	3-1	Sources des gaz à effet de serre des procédés industriels en 1996	39
1.2-1	Concentrations atmosphériques de méthane, à l'échelle mondiale	3	3.3.2-1	Émissions de gaz à effet de serre des alumineries au Canada	44
1.2-2	Concentrations d'oxyde nitreux dans l'atmosphère, à l'échelle mondiale	3	4-1	Gaz à effet de serre provenant de l'utilisation de solvants et autres produits en 1996	49
1.3-1	Tendance des émissions de gaz à effet de serre au Canada de 1980 à 1997	4	5-1	Contribution de l'agriculture aux émissions de gaz à effet de serre au Canada en 1996	53
1.3-2	Émissions de gaz à effet de serre au Canada par secteur économique en 1996	4	6-1	Gaz à effet de serre provenant du changement d'affectation des terres et de la foresterie	62
1.3-3	Émissions de gaz à effet de serre au Canada par gaz en 1996	4	6.1.3-1	Comparaison de l'absorption nette de dioxyde de carbone provenant de changements dans les stocks forestiers avec la méthode actuelle du GIEC et avec les méthodes de l'évolution des stocks et du flux atmosphérique	63
1.4-1	Émissions de gaz à effet de serre au Canada en 1996 par catégorie du GIEC	5	7-1	Sources de gaz à effet de serre dans le secteur des déchets	73
2.1	Sources de gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie en 1996	9			

Le présent rapport fournit un inventaire et un résumé des tendances des émissions anthropiques (causées par l'homme) de gaz à effet de serre provenant de diverses sources et de l'absorption de ces gaz par les puits au Canada. Il aborde également les méthodes employées pour les évaluer.

Les inventaires constituent un volet essentiel de tout programme destiné à faire face au changement climatique. Sans estimations quantifiables des sources et des puits de gaz à effet de serre, il serait impossible d'en déterminer les effets ou de vérifier le chemin parcouru sur la voie qui mène à l'atteinte des cibles nationales ou internationales. Cet inventaire s'inscrit dans le cadre d'une stratégie détaillée, englobante et homogène, adoptée pour permettre aux parties à la Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC)¹ de fonder leurs estimations sur une base de comparaison mondiale. La stratégie est documentée dans la publication du GIEC intitulée *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – version révisée 1996*². Les méthodes utilisées pour établir les estimations canadiennes sont compatibles avec celles que proposent ces lignes directrices et suivent souvent, afin d'améliorer l'exactitude des données, les approches les plus détaillées et les plus complètes au lieu de s'en tenir aux procédés plus sommaires proposés par défaut.

La vapeur d'eau, l'ozone, le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux et d'autres composés à l'état de traces comptent parmi les gaz à effet de serre produits sans intervention humaine. À partir de l'ère préindustrielle, les concentrations de certains de ces gaz et d'autres gaz d'origine exclusivement anthropique dans l'atmosphère ont commencé à s'accroître. Bien que la présence de gaz à effet de serre soit essentielle à l'habitabilité de la planète, l'effet du niveau sans cesse croissant de ces gaz sur le système climatique est devenu, de nos jours, source de graves préoccupations. Se fondant sur des recherches récentes, les membres du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) ont identifié les gaz d'origine anthropique qui semblent présenter la plus grande menace.

Les gaz à effet de serre estimés dans le cadre de cet inventaire comprennent tous ceux qui font l'objet des lignes directrices du GIEC. Il s'agit du dioxyde de

carbone (CO₂), du méthane (CH₄), de l'oxyde nitreux (N₂O), de l'hexafluorure de soufre (SF₆), des hydrocarbures perfluorés (HPF)^{*} et des hydrofluorocarbures (HFC) [les produits de remplacement des chlorofluorocarbures (CFC) non visés par le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone]. Le présent document présente les estimations pour la période qui commence en 1980. Le corps du rapport porte principalement sur la période qui va de 1990 à 1996 puisque l'année 1990 est l'année de référence pour la Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique et puisqu'on n'a guère trouvé, jusqu'ici, de détails publiés sur les tendances des émissions ou absorptions de gaz à effet de serre avant 1996. Néanmoins, puisqu'on vient de mettre le point final à l'inventaire national pour 1997, les estimations portant sur cette année sont abordées dans ce sommaire³.

Émission et absorptions de gaz à effet de serre au Canada en 1997

Émissions

En 1997, les Canadiens ont émis environ 682 Mt d'équivalent CO₂ (millions de tonnes métriques d'équivalent de dioxyde de carbone) dans l'atmosphère. La Figure S.1 présente un aperçu des principales contributions des divers secteurs économiques. Les deux sources d'émissions les plus importantes sont les industries du secteur de l'énergie (y compris les centrales électriques et les industries du charbon, du pétrole et du gaz naturel) qui représentent 32 p. 100 du total des émissions, suivies par les transports avec 27 p. 100. Les émissions associées à la production et à l'utilisation d'énergie (le secteur de l'énergie du GIEC) représentent 79 p. 100 de la totalité des émissions.

* NDT : Bien qu'il n'y ait pas de sigle officiel, en français, pour désigner les hydrocarbures perfluorés, nous avons choisi d'utiliser « HPF » pour faciliter la présentation des données dans les tableaux et les figures.

¹ Dont le Canada est une nation signataire.

² GIEC/OCDE/AIE, 1997.

³ D'autres tableaux détaillés pour l'inventaire de 1997, y compris ceux que l'on trouve dans les directives du GIEC, sont présentés dans les annexes.

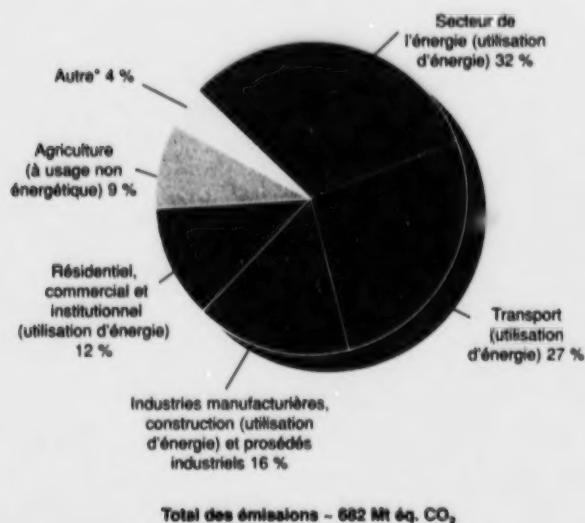


FIGURE S.1

Émission de gaz à effet de serre au Canada par secteur économique pour 1997

*Autre = Agriculture (utilisation d'énergie), foresterie (utilisation d'énergie), déchets et solvants.

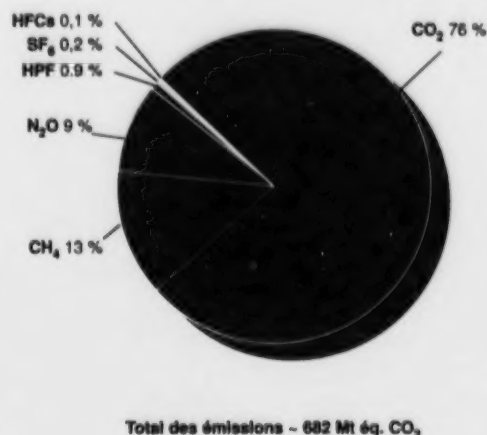


FIGURE S.2

Émissions de gaz à effet de serre au Canada par type de gaz pour 1997

Absorptions

De toute évidence, le dioxyde de carbone est le gaz dominant, avec 76 p. 100 des émissions, suivi par le méthane et l'oxyde nitreux dont la part est de 13 et de 9 p. 100 respectivement. Les autres gaz (HFC, HPF et SF₆) se partagent la portion restante, soit environ 1 p. 100 des émissions (Figure S.2).

Bien qu'on n'en tienne pas compte dans le calcul des totaux de l'inventaire, les absorptions nettes de dioxyde de carbone associées au changement d'affectation des terres et à la foresterie sont estimées à 20 Mt d'équivalent CO₂ en 1997 (voir le Tableau S.2).

TABLEAU S.1 ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE AU CANADA ET VARIABLES CONNEXES

Année	Total gaz à effet de serre (Mt eq. CO ₂)	Pourcentage changement par rapport à 1990	Produit intérieur brut (M\$ 1992)	Pourcentage changement par rapport à 1990	Population	Pourcentage changement par rapport à 1990	Énergie primaire disponible (consommation d'énergie primaire) PJ	Pourcentage changement par rapport à 1990
1990	601	0,0 %	705 464	0,0 %	27 790 593	0,0 %	8 779	0,0 %
1991	595	-1,0 %	692 247	-1,9 %	28 120 065	1,2 %	8 633	-1,7 %
1992	610	1,6 %	698 544	-1,0 %	28 542 213	2,7 %	8 760	-0,2 %
1993	617	2,6 %	716 123	1,5 %	28 946 768	4,2 %	9 047	3,1 %
1994	635	5,7 %	744 220	5,5 %	29 255 599	5,3 %	9 360	6,6 %
1995	653	8,8 %	760 309	7,8 %	29 617 448	6,6 %	9 523	8,5 %
1996	671	11,6 %	769 730	9,1 %	29 969 209	7,8 %	9 945	13,3 %
1997	682	13,4 %	806 737	14,4 %	30 286 596	9,0 %	10 014	14,1 %

Populations : Statistique Canada, publication n° 91-213.

Produit intérieur brut : Statistique Canada, CANSIM (1996).

Énergie primaire disponible : Statistique Canada, publication n° 57-003 et CANSIM (1996).

TABLEAU S.2

ÉMISSIONS ET ABSORPTIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE AU CANADA

TENDANCES PAR TYPE DE GAZ ET PAR SECTEUR

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Dioxyde de carbone (CO₂)	kt éq. CO₂	461 000	452 000	466 000	467 000	480 000	495 000	508 000	520 000
<i>Énergie</i>									
Secteur de l'énergie ¹		150 000	150 000	159 000	153 000	157 000	164 000	166 000	175 000
Transport ²		147 000	142 000	145 000	149 000	157 000	162 000	167 000	174 000
Résidentiel, commercial et institutionnel		66 800	64 700	64 800	71 400	71 500	71 800	77 000	74 300
Industries manufacturières et construction		54 700	51 400	50 700	49 300	50 500	53 900	53 900	53 900
Agriculture et foresterie ³		3 130	3 160	5 410	3 350	2 700	2 610	2 860	2 920
<i>Procédés industriels</i>									
Ciment, production de ciment et de chaux									
Utilisation de bicarbonate de soude et de calcaire ⁴		8 160	6 980	6 640	6 880	7 510	7 690	7 840	8 280
Production d'ammoniac ⁵		3 130	3 220	3 320	3 560	3 700	4 050	4 130	4 140
Sidérurgie ⁶		7 590	8 900	9 080	8 760	8 050	8 500	8 290	8 110
Production d'aluminium ⁷		2 640	3 010	3 210	3 770	3 680	3 540	3 730	3 790
Production d'articles non différenciés ⁸		10 000	11 000	12 000	13 000	13 000	13 000	15 000	14 000
<i>Agriculture — Sols</i>		7 000	7 000	6 000	5 000	4 000	3 000	2 000	1 000
<i>Déchets — Incinération</i>		250	260	260	260	270	270	270	280
<i>Changements dans l'exploitation des terres et foresterie</i>									
Cycle du carbone* [absorption nette]		[-40 000]	[-60 000]	[-50 000]	[-30 000]	[-30 000]	[-20 000]	[-30 000]	[-20 000]
Méthane (CH₄)	kt éq. CO₂	74 000	76 000	79 000	82 000	84 000	87 000	90 000	90 000
<i>Énergie</i>									
Secteur de l'énergie ¹		28 000	30 000	32 000	33 000	35 000	37 000	39 000	39 000
Transport ²		530	500	490	490	530	560	570	520
Résidentiel, commercial et institutionnel		4 800	4 900	5 300	5 400	5 300	5 200	5 400	5 400
Industries manufacturières et construction		31	30	31	29	30	35	33	32
Agriculture et foresterie ³		1,0	1,0	1,5	1,2	0,9	0,9	1,0	1,1
<i>Agriculture</i>									
Fermentation entérique		16 000	16 000	16 000	17 000	18 000	18 000	18 000	18 000
Traitement du fumier		4 000	4 000	3 900	4 000	4 200	4 300	4 400	4 200
<i>Déchets</i>									
Sites d'enfouissement		19 000	19 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	21 000
Épuration des eaux usées		360	360	370	370	380	380	390	390
Incinération des déchets		9,2	9,5	10,2	6,5	6,5	7,2	6,9	6,9
<i>Changements dans l'exploitation des terres et foresterie</i>									
Brûlages dirigés		1 400	1 800	1 600	1 500	800	1 000	900	900
Oxyde nitreux (N₂O)	kt éq. CO₂	57 000	57 000	57 000	58 000	62 000	63 000	66 000	64 000
<i>Énergie</i>									
Secteur de l'énergie ¹		900	900	900	900	900	1 000	1 000	1 000
Transport ²		6 500	6 600	7 200	7 800	8 600	8 900	9 000	9 100
Résidentiel, commercial et institutionnel		1 000	1 000	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100
Industries manufacturières et construction		460	460	470	450	440	510	480	470
Agriculture et foresterie ³		17	14	20	17	13	13	14	17
<i>Procédés industriels</i>									
Production d'acide nitrique et adipique ⁹		11 000	11 000	11 000	10 000	12 000	12 000	12 000	11 000
<i>Solvants</i>		420	420	430	440	440	450	450	460
<i>Agriculture</i>									
Sols		30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Traitement du fumier		3 900	3 900	4 000	4 100	4 400	4 500	4 600	4 600
<i>Déchets</i>									
Épuration des eaux usées		870	880	890	910	920	930	940	950
Incinération des déchets		53	54	55	56	56	57	58	58
<i>Changements dans l'exploitation des terres et foresterie</i>									
Brûlage dirigé		1 100	1 400	1 300	1 300	700	1 100	900	900
HFC, HPF et SF₆	kt éq. CO₂	8 800	9 600	8 800	9 400	8 900	8 400	7 700	7 800
<i>Procédés industriels</i>									
Production d'aluminium (HPF)		6 000	6 000	7 000	7 000	7 000	6 000	6 000	6 000
Production de magnésium (SF ₆)		2 900	3 300	2 200	2 000	2 000	1 900	1 400	1 400
<i>Solvants</i>									
Remplacement des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (HFC)		0	0	0	0	0	500	500	500
Total national	kt éq. CO₂	601 000	595 000	610 000	617 000	635 000	653 000	671 000	682 000

1 Les industries du secteur de l'énergie oeuvrent dans le domaine de la production et de la transformation de l'énergie : production, raffinage et transport de charbon, de pétrole et de gaz; production d'électricité et de vapeur et exploitation minière.

2 Transport : aérien, routier, ferroviaire, maritime, tout-terrain et par pipeline.

3 Agriculture et foresterie : désigné par « Autre » dans les tableaux présentés en annexe (secteur de l'énergie).

4 Production de ciment et de chaux; utilisation de bicarbonate de soude et de calcaire; classé sous la rubrique « Production de minéraux non métalliques » dans les tableaux des annexes.

5 Production d'ammoniac : classé sous la rubrique « Industries chimiques » du secteur des procédés industriels.

6 Sidérurgie : classé sous la rubrique « Production de métaux ferreux » dans les tableaux des annexes.

7 Production d'aluminium (HPF) : classé sous la rubrique « Production de métaux non ferreux » dans les tableaux des annexes.

8 Production d'articles non différenciés : utilisation de combustibles fossiles à des fins non énergétiques : lubrifiants, asphalte et produits chimiques.

9 Production d'acide nitrique et adipique : classé sous la rubrique « Production chimique » dans le secteur des procédés industriels.

Notes :
Le dioxyde de carbone (CO₂) résultant des changements d'affectation des terres et de la foresterie n'est pas inclus dans les totaux de l'inventaire. En raison de l'arrondissement, la somme des données individuelles peut ne pas correspondre aux totaux.

Tendances récentes

Le Tableau S.1 décrit les émissions totales de gaz à effet de serre au Canada entre 1990 et 1997, et fournit certains indicateurs primaires. Le Tableau S.2 fournit un résumé plus détaillé par type de gaz et par secteur. En 1997, les émissions se sont accrues de 1,5 p. 100 par rapport au niveau de 1996. Bien que cette augmentation soit plus faible que l'augmentation annuelle de 2,8 p. 100 établie en 1995-1996, une croissance notable s'est manifestée durant la plus grande partie de cette période de sept ans. Les émissions ont monté de 13,4 p. 100 depuis 1990, une augmentation annuelle composée d'environ 1,8 p. 100. L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre a dépassé la croissance démographique, qui était de 1,2 p. 100 par année, pour s'approcher de très près de la croissance annuelle du produit intérieur brut et de celle de la consommation d'énergie primaire, qui étaient toutes deux de 1,9 p. 100 (voir la Figure S.3). Bien qu'il y ait un lien évident entre la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre, la relation entre les émissions et le produit national brut n'est pas nécessairement aussi directe que les tendances récentes le laissent entendre (voir les Tendances à long terme, à la page xviii).

On estime qu'en 1997, les émissions de gaz à effet de serre ont augmenté de 81 Mt d'équivalent CO_2 par rapport à 1990, année de référence. Trois secteurs économiques étaient responsables de la plus grande partie de cette augmentation : production d'énergie et industries de transformation; transport; secteur résidentiel, commercial et institutionnel. Ce sont les

industries de l'énergie et du transport (qui sont également les plus grandes productrices d'émissions en termes absolus) qui ont provoqué la plus grande partie des augmentations, avec un accroissement d'émissions de 65 Mt, soit environ 80 p. 100 de la croissance totale.

Industries du secteur de l'énergie

Au cours de la période allant de 1990 à 1997, les émissions du secteur de l'énergie ont augmenté d'environ 36 Mt d'équivalent CO_2 . La production d'électricité et de vapeur était responsable d'une hausse de 16 Mt, et environ 6 Mt, par rapport à ce volume, résultaient de la fermeture de réacteurs nucléaires en Ontario (principalement pour des motifs de sécurité), qui a commencé en 1997. Cette fermeture a entraîné, à Hydro-Ontario, une augmentation de la consommation d'énergie houillère de 25 p. 100 durant cette seule année.

Les émissions fugitives de la production classique de pétrole et de gaz ont eu, elles aussi, d'importantes répercussions. Les estimations font état d'une augmentation de 15 Mt entre 1990 et 1997, une croissance d'environ 40 p. 100 qui résulte largement d'une expansion rapide des exportations de gaz naturel vers les États-Unis.

L'industrie pétrolière non conventionnelle (sables bitumineux et bitume), classée dans la catégorie « Exploitation minière », a également connu une forte

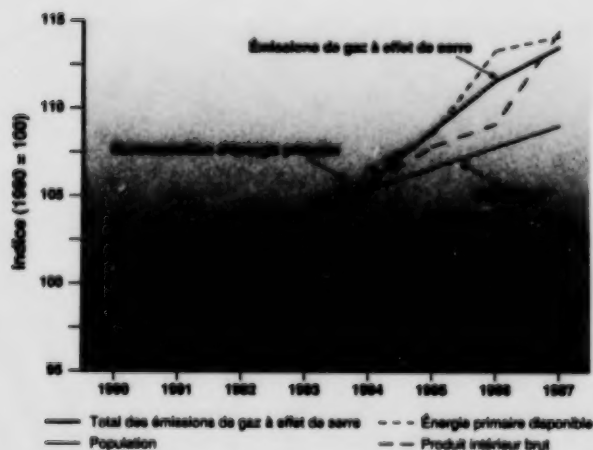


FIGURE 5.3

Tendances récentes : Émissions et indicateurs choisis

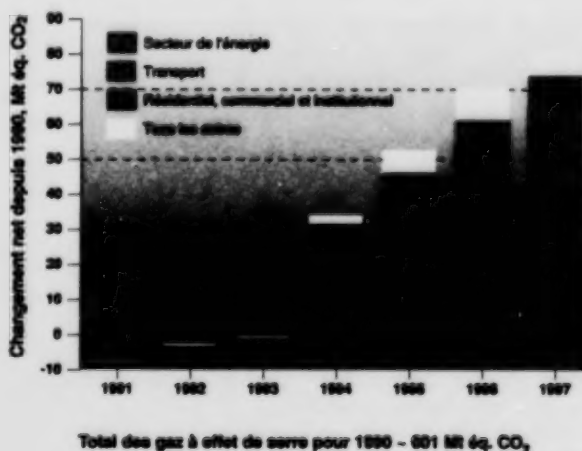


FIGURE 5.4

Évolution des émissions de gaz à effet de serre, à partir de l'année de référence 1990, pour la période allant de 1991 à 1997

croissance. Par conséquent, les émissions provenant de l'utilisation des combustibles associés à l'exploitation minière ont monté de 6 Mt d'équivalent CO₂, soit de 70 p. 100, entre 1990 et 1997.

Secteur des transports

Les émissions provenant du secteur des transports ont augmenté d'environ 30 Mt d'équivalent CO₂ ou de 19 p. 100 entre 1990 et 1997. Sur ces 30 Mt, les camions légers et les véhicules utilitaires lourds ont produit respectivement 10 et 14 Mt d'équivalent CO₂. Ces statistiques montrent bien la tendance vers une augmentation du nombre des minibus et des véhicules utilitaires sportifs et vers une recours accru au camionnage pour le transport des marchandises.

Les émissions résultant de la combustion dans le secteur du gaz naturel et du transport du pétrole par pipeline sont incluses dans la catégorie des transports. En raison de l'augmentation de l'activité des industries pétrolières, les émissions dues au matériel de transport par pipeline ont augmenté de façon significative, ajoutant 5 Mt à la croissance des émissions dans le secteur des transports.

Secteur résidentiel, commercial et institutionnel

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur résidentiel, commercial et institutionnel ont accusé une hausse générale de 8 Mt (15 %) pendant la période considérée. La croissance des émissions dans ces secteurs résultant d'une plus grande consommation de combustibles peut être partiellement attribuée à l'augmentation de 11 p. 100 du nombre de degrés-jours de chauffage⁴ qui s'est produite à l'échelle nationale entre 1990 et 1997 et, partiellement, à une augmentation de 9 p. 100 de la population. Il convient toutefois de faire remarquer que ces événements ont été partiellement neutralisés par l'adoption de combustibles de remplacement et par l'amélioration de l'efficacité énergétique des immeubles, qui ont atténué la croissance des émissions.

Perspective internationale

Il est intéressant de comparer la contribution du Canada aux émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine humaine au total mondial. On n'a pas accès, jusqu'ici, pour tous les gaz, à des renseignements exacts et précis ni à des données comparables à l'échelle planétaire; cependant, des estimations internationales homogènes et complètes ont été

élaborées pour les émissions de 1990⁵ des trois principaux gaz à effet de serre (le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux). Une ventilation par région est présentée au Tableau S.3 pour certains pays.

Sur le total mondial – quelque 33 100 Mt d'équivalent CO₂ – le Canada émet environ 1,8 p. 100 des gaz à effet de serre, l'Europe, 17 p. 100 et les États-Unis 19 p. 100. Bien que les émissions du Canada ne représentent pas une forte proportion du total mondial, l'intensité des émissions par rapport à la population canadienne (22 t d'équivalent CO₂ per capita en 1990) est relativement élevée puisqu'elle s'approche de celle des États-Unis et d'autres émetteurs dont la production de GES per capita est élevée. On peut aisément attribuer cette forte intensité à la rigueur du climat, à la dispersion de la population sur un immense territoire géographique et à une économie développée, consommatrice d'énergie et fondée sur l'exploitation des ressources naturelles.

TAB. S.3 — ÉMISSIONS MONDIALES DES PRINCIPAUX GAZ À EFFET DE SERRE — TOTAL DES ÉMISSIONS DE CO₂, DE CH₄ ET DE N₂O

	Gaz à effet de serre		Population
	Mt éq. CO ₂	t per Capita	Millions
Total mondial	33 144	6,3	5 292
Océanie**	1,4 %	20	23
Canada	1,8 %	22	27
Moyen-Orient	3,5 %	5,6	206
Japon	3,8 %	10	124
Europe de l'Est	4,0 %	11	124
Asie de l'Est	4,1 %	3,7	370
Afrique	6,6 %	3,4	643
Inde*	6,8 %	1,9	1 158
Amérique latine	8,6 %	6,5	441
Chine*	12,6 %	3,3	1 263
Europe de l'Ouest	12,9 %	11	375
Ancienne Union soviétique	14,2 %	16	289
États-Unis	18,8 %	25	250

+ Chine : Cambodge, Chine, Hong Kong, Laos, Macau, Mongolie, Taiwan et Vietnam.

* Inde : Bangladesh, Bhoutan, Inde, Maldives, Myanmar (anciennement Birmanie), Népal, Pakistan et Sri Lanka.

** Océanie : Samoa américaines, Australie, Cook Islands, Fidji, Polynésie française, Guam, Kiribati, Marshall Islands, Micronésie, Nauru, Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Zélande, Niue, Îles Mariannes du Nord, Palaos, Îles Salomon, Tonga, Vanuatu et Samoa occidentale.

4 Statistique Canada, *Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, publication n° 57-003. À noter que les données nationales sur les degrés-jours de chauffage sont fondées sur la consommation des grands centres urbains.

5 EDGAR V2.0; Olivier et al. (1996).

Des prévisions fiables, bien que non homogènes, sont disponibles pour d'autres gaz à effet de serre, dont le dioxyde de carbone. Par exemple, le U.S. Department of Energy prévoit⁶, dans ses prévisions courantes pour 2010, une augmentation de 44 p. 100 des émissions mondiales de CO₂ par rapport au volume de référence de 1990, et une augmentation de 81 p. 100 en l'an 2020. Cela démontre clairement qu'on ne s'attend pas à ce que les politiques internationales en vigueur limitent de façon significative la croissance des émissions.

En vue de réduire certaines de ces augmentations et d'adoucir les impacts sur le changement climatique, le Protocole de Kyoto a été élaboré en décembre 1997 par les parties à la CCNUCC. Aux termes de cette entente, les parties signataires de l'annexe I (un groupe de plus de 30 pays industrialisés) se sont engagées à réduire collectivement les émissions de gaz à effet de serre, au plus tard au cours de la période allant de 2008 à 2012, à un niveau moyen inférieur de 5 p. 100 à celui de 1990. Le 15 mars 1999, 84 pays avaient *signé* le Protocole, mais seulement sept l'avaient *ratifié*⁷, dont aucun signataire de l'annexe I. (Le Protocole ne peut entrer en vigueur avant que 55 pays – en plus des signataires de l'annexe I –, dont les émissions de dioxyde de carbone totalisent 55 p. 100 des émissions établies à l'annexe I, ne l'aient *ratifié*). Quel que soit le sort de ce Protocole, on ne peut conclure que les inventaires de gaz à effet de serre soient devenus les instruments permettant de mesurer le succès ou l'échec des engagements internationaux.

Tendances à long terme

En vertu du Protocole de Kyoto, le Canada (membre signataire de l'annexe I) a adopté une cible de réduction de 6 p. 100 par rapport au niveau de référence de 1990⁸. On peut donc s'interroger sur les tendances à long terme des émissions canadiennes. La Figure S.5 illustre la situation entre 1980 et 2010 (avec des estimations réelles jusqu'en 1997 et des prévisions « courantes » à partir de là).

Entre 1980 et 1997, les émissions canadiennes de GES ont augmenté de 19 p. 100, mais cette tendance peut être scindée en deux phases distinctes. La première moitié des années 80 a été caractérisée par une baisse des émissions. En raison, principalement, du succès des programmes d'efficacité énergétique, la consommation d'énergie primaire a *baissé* d'environ 5 p. 100 entre 1980 et 1986 tandis que le PIB *augmentait* de 17 p. 100. Cela a provoqué une diminution de 5 p. 100 des émissions de gaz à effet de serre.

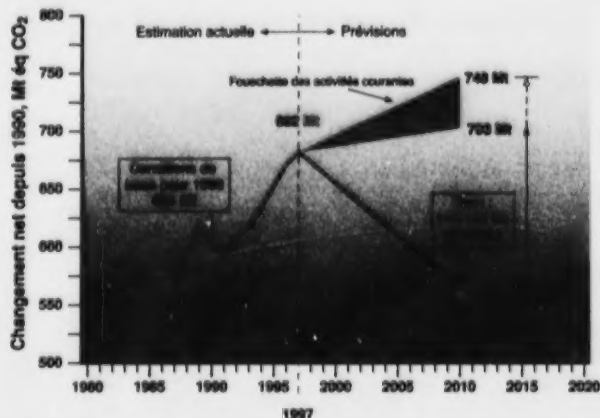


FIGURE S.5
Tendances des émissions au Canada
et objectif du Protocole de Kyoto

Sources des données : estimations des émissions réelles, conditions de base -
Environnement Canada (la présente publication). Prévisions
- Ressources naturelles Canada, 1998.

Les indices de l'intensité des émissions de gaz à effet de serre démontrent qu'une amélioration notable s'est produite au cours de cette première période (1980 à 1986) — les émissions per capita ont diminué de 11 p. 100, alors que les émissions par unité du Produit national brut baissaient de 24 p. 100. À partir de 1987, cependant, les tendances des émissions de GES se sont inversées et ont commencé à monter, pratiquement sans interruption et avec une seule fluctuation notable, jusqu'en 1997 (Figure S.5). Par rapport au niveau de 1986, les émissions totales ont augmenté de 25 p. 100. Pendant la même période, les émissions de gaz à effet de serre per capita ont également augmenté, mais les émissions par unité du PIB sont restées stables (Figure S.6).

Sans instruments d'orientation stratégique supplémentaires et sans nouveaux ajustements à la structure économique sous-jacente, cette tendance est censée se poursuivre, quoiqu'à un rythme plus lent. La fourchette des prévisions pour l'an 2010 se situe entre 703 et 748 Mt d'équivalent CO₂. Il n'est pas surprenant que les plus gros contributeurs à cette croissance soient les industries de l'énergie et des transports⁹. L'atteinte des objectifs du Protocole exige une

6 Energy Information Administration, *International Energy Outlook*, 1998.

7 La signature représente l'intention d'un pays; la ratification l'engage à atteindre les objectifs que fixe l'accord.

8 À noter que 1990 est l'année de référence obligatoire pour les principaux gaz (dioxyde de carbone, méthane et oxyde nitreux). Toutefois, pour les trois autres gaz (HFC, Hydrocarbures perfluorés et hexafluorure de soufre) l'année de référence peut, à la discrétion du pays, être 1990 ou 1995.

9 Ressources naturelles Canada, *Perspectives canadiennes relatives aux émissions : mise à jour basée sur les événements pour 2010*, document de travail, 1998.

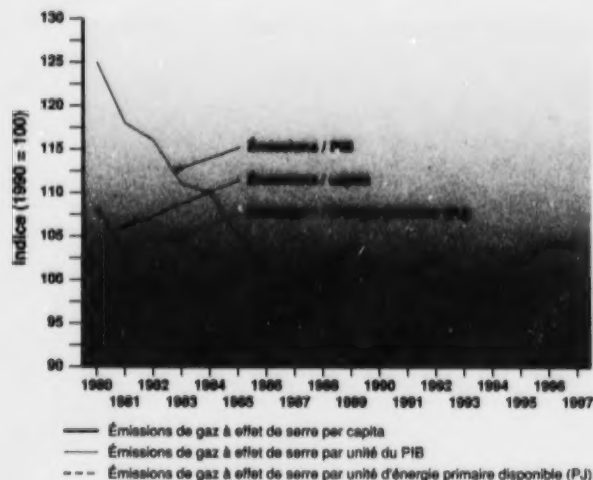


FIGURE S.6
Indices de l'intensité des émissions de gaz à effet de serre au Canada en fonction du PIB, des données démographiques et de l'énergie

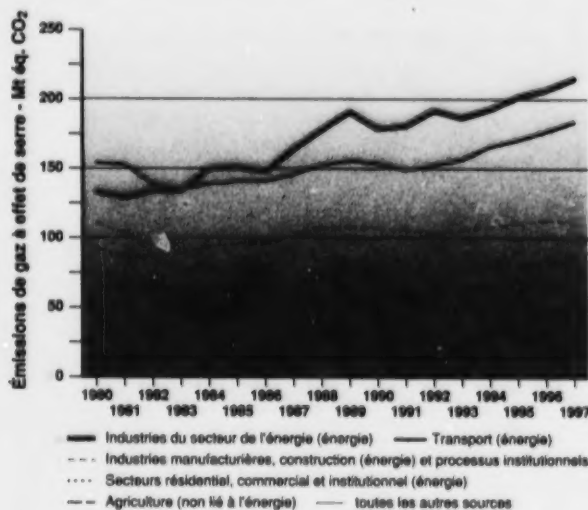


FIGURE S.7
Tendances des émissions de gaz à effet de serre par secteur économique

inversion de tendance suffisante pour que les émissions réelles en 2010 soient de 25 p.100 inférieures à celles projetées dans ce scénario. En matière de gaz à effet de serre, quand on évoque l'écart entre les prévisions du Canada et ses objectifs d'assainissement, on parle généralement de « fossé ».

Quand on examine les estimations ventilées selon les principaux secteurs économiques, on constate que les tendances qui s'amorcent depuis 1980 montrent que principales responsables du volume et des augmentations d'émissions ont toujours été les industries de l'énergie et du transport (Figure S.7). En fait, les industries du secteur de l'énergie sont responsables d'environ les trois quarts de la croissance des GES, et les transports, du quart restant. Ces augmentations ont été partiellement neutralisées par les réductions minimales enregistrées dans d'autres catégories, notamment dans les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel et dans les industries manufacturières. D'autres augmentations de faible amplitude, provenant principalement des sites d'enfouissement, sont responsables du reste de la croissance des émissions.

Les industries du secteur énergétique

À long terme, les émissions des industries du secteur énergétique ont crû de plus de 60 p. 100. Au sein de ces industries, les émissions proviennent de la production d'électricité à base de combustion et des activités industrielles du secteur des combustibles fossiles,

depuis le forage des puits jusqu'au raffinage. C'est l'expansion rapide de chacun de ces secteurs qui a causé l'augmentation des émissions.

La production d'électricité et de vapeur est responsable de presque la moitié des émissions des industries du secteur énergétique – 111 Mt d'équivalent CO_2 en 1997. Depuis 1980, les centrales électriques alimentées au charbon ont pris de plus en plus d'importance par rapport aux autres sortes de centrales que l'on retrouve au Canada, en raison du bas prix persistant de l'énergie houillère et de la rareté des ressources hydrauliques bon marché. Bien que de nouvelles centrales hydroélectriques (et nucléaires) aient été mises en service, cela n'a pas permis de répondre à la demande croissante d'électricité, et la production à base de charbon a eu tendance à remplir le vide qui se créait. Pendant cette période de 17 ans, le volume de charbon utilisé dans les centrales électriques a monté de 54 p. 100¹⁰ alors que les émissions provenant de la production d'électricité et de vapeur augmentaient de 55 p. 100¹¹. À partir de 1990, la sensibilisation accrue aux questions environnementales et le prix avantageux du gaz naturel ont entraîné une augmentation de la production d'électricité à base de gaz naturel. Cette nouvelle

10 Statistique Canada, *Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, publication n° 57-003.

11 La production commerciale de vapeur représente une fraction modeste déclinante dans cette catégorie. La production d'électricité représente plus de 98 p. 100 des émissions.

tendance a réduit la consommation de charbon et tempéré la hausse des émissions du secteur de l'électricité. Les émissions n'ont augmenté que de 5 p. 100 entre 1990 et 1996, même si la croissance de la production totale était de 19 p. 100 pendant la même période. Malgré tout, la tendance à faire de plus en plus appel à l'énergie houillère pour produire de l'électricité n'avait pas encore été endiguée en 1996. Au cours de ces six ans, la production à base de charbon s'est accrue d'environ 8 p. 100. La fermeture d'un certain nombre de réacteurs nucléaires en Ontario en 1997 a exacerbé cette tendance et il est probable que la situation persistera.

Les émissions du reste des industries du secteur énergétique (à l'exclusion des centrales électriques) ont été de 103 Mt en 1997, une augmentation d'environ 70 p. 100 par rapport à 1980¹². C'est à l'industrie pétrolière (y compris celle du gaz naturel) qu'il faut attribuer la grande majorité de ces émissions, et l'augmentation de l'activité dans ce secteur a eu une incidence marquée sur le niveau des gaz à effet de serre. Pendant cette période, la production nette totale de pétrole brut et de gaz naturel est passée de 5 900 PJ à 10 900 PJ, une augmentation de 84 p. 100.¹³ Les émissions de l'industrie pétrolière proviennent de l'énergie utilisée pour raffiner et transporter les combustibles, et des émissions fugitives de méthane et de dioxyde de carbone qui se produisent (ou sont provoquées) au fur et à mesure de la transformation des combustibles ou des carburants.

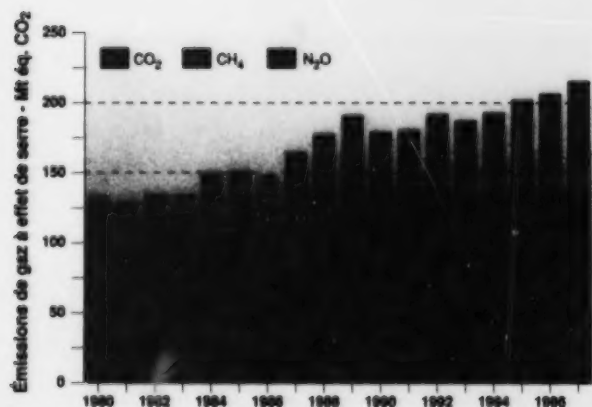


FIGURE 5.8
Tendances des émissions des industries
du secteur de l'énergie

Les émissions fugitives sont celles qui ont augmenté le plus rapidement – plus de 95 p. 100 sur la période de 17 ans en question, passant de 26 Mt d'équivalent CO₂ à 51 Mt en 1997. Cette tendance est due à la place de plus en plus grande occupée par le méthane (le gaz fugitif le plus répandu, en termes d'équivalent CO₂), par rapport à l'ensemble des gaz à effet de serre (voir la Figure S.8). La plupart de ces émissions sont associées au secteur amont des industries pétrolières classiques, parmi lesquelles les activités liées au gaz naturel prévalent. Le fait que la production de gaz naturel a augmenté de 140 p. 100 entre 1980 et 1997 est significatif. En fait, les exportations vers les États-Unis représentent 60 p. 100 de cette augmentation, et la tendance s'accroît. En 1997, près de 50 p. 100 de la production canadienne de gaz naturel a été exportée.

Bien que le gaz naturel représente la plus importante source d'exportation dans le domaine énergétique, et celle dont la croissance est la plus rapide (environ la moitié du marché en 1995)¹⁴, l'électricité, le pétrole et les produits pétroliers représentent le reste du secteur dans une proportion qui est loin d'être négligeable. On estime que 60 p. 100 de la croissance *totale* des émissions de gaz à effet de serre canadiens pour la période allant de 1990 à 1995 peuvent être attribués aux exportations nettes des produits énergétiques¹⁵. C'est digne de mention, puisque cela implique que les programmes d'efficacité énergétique visant à réduire la consommation *intérieure* et les émissions de gaz à effet de serre qui y sont liées auront une efficacité limitée aussi longtemps qu'on négligera de contrer ces tendances dans le secteur des exportations.

Depuis 1980, les réserves de pétrole brut canadien classique aisément accessibles déclinent. Par conséquent, la consommation d'énergie requise pour produire une unité de pétrole commercialisable a continué à augmenter sans interruption. Concurrentement, la production hautement énergivore de pétrole synthétique est devenue plus concurrentielle, sur le plan des coûts, que celle du pétrole classique. Pendant cette période, la production de pétrole synthétique et

¹² Le « reste des industries du secteur énergétique » comprend les catégories suivantes : industries des combustibles fossiles, exploitation minière et émissions fugitives. (Ces catégories sont énumérées dans les tableaux présentés en annexe).

¹³ Statistique Canada, *Extraction de pétrole et de gaz*, publication n° 26-213 (annuel) et *Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*.

¹⁴ Dans ce cas, le « marché » a été mesuré en termes d'énergie et non de résultats économiques.

¹⁵ McCann et Associates, *Fossil Fuel Energy Trade and Greenhouse Gas Emissions*, 1997.

de bitume brut a grimpé de quelque 400 p. 100, ce qui a fait passer leur part totale du marché de 10 p. 100 en 1980 à 28 p. 100 en 1997¹⁶. Les émissions de gaz à effet de serre dans la catégorie de l'exploitation minière (principalement associées avec la production de pétrole non conventionnel) ont augmenté d'environ 125 p. 100 (passant de 6 à 13 Mt d'équivalent CO₂). Il faut également signaler qu'en dépit d'une croissance d'émissions aussi marquée, l'intensité relativement forte des gaz à effet de serre du pétrole synthétique a eu tendance à baisser en raison des améliorations constantes apportées aux procédés au sein de cette industrie.

Transports

Les émissions du secteur des transports ont augmenté d'environ 30 Mt d'équivalent CO₂ de 1980 à 1997. Au cours des années 80, après un déclin notable causé par une amélioration rapide de l'efficacité des véhicules routiers et par la réduction de la taille des moteurs, les émissions sont restées stables pendant un certain temps pour recommencer à monter en flèche au cours des années 90 (voir la Figure S.7).

Le secteur des transports est l'un des secteurs qui, au cours des années 80, ont largement bénéficié des économies d'énergie et des découvertes technologiques. Entre 1980 et 1985, les émissions ont baissé de 8 p. 100. Entre 1980 et 1990, l'efficacité énergétique des nouvelles voitures et des camions légers s'est améliorée d'environ 20 p. 100¹⁷ et les émissions de gaz à effet de serre provenant du secteur n'ont accusé aucune augmentation en dépit de l'activité croissante du secteur des véhicules routiers. En fait, sur ces dix ans, les émissions des véhicules alimentés à l'essence ont baissé de 11 p. 100, tandis que le nombre total de kilomètres par passager des automobiles et des camions appartenant à des particuliers augmentait de 9 p. 100¹⁸.

Il semble toutefois qu'au même moment, les émissions des véhicules à moteur diesel et du transport par pipeline avaient tendance à augmenter. Dès 1990, les véhicules alimentés au diesel émettaient 20 p. 100 de gaz à effet de serre de plus qu'en 1980. C'est l'augmentation du volume du transport des marchandises et du nombre de véhicules industriels lourds, combinée avec la stagnation de l'efficacité, censée jouer un rôle compensatoire, qui a provoqué ces tendances à la hausse. Le recours au transport par pipeline a également grandi à un rythme rapide. En 1990, le volume des sources d'énergie pétrolières transportées par pipeline (gaz naturel, pétrole et produits du pétrole) avait augmenté de 25 p. 100¹⁹ par rapport à

1980, un changement qui a entraîné une augmentation des émissions d'environ 75 p. 100²⁰.

Entre 1990 et 1997, la tendance dans le secteur des moyens de transport routiers alimentés à l'essence s'est inversée. La croissance continue de l'activité des véhicules transporteurs de passagers combinée avec la diminution des gains d'efficacité et la popularité croissante des véhicules plus grands et plus puissants ont entraîné une hausse des émissions de 7 Mt d'équivalent CO₂. En même temps, les tendances qui s'étaient manifestées dans le secteur des véhicules à moteur diesel et du transport par pipeline se sont maintenues avec une vigueur renouvelée, alimentées par l'utilisation accrue des poids lourds pour le transport du fret et l'expansion rapide des marchés de l'énergie pétrolière intérieurs et étrangers. Les émissions dans ces dernières catégories ont augmenté de 20 Mt d'équivalent CO₂.

Au cours de ces 17 ans, c'est donc durant la période allant de 1990 à 1997 que s'est manifestée la totalité de la tendance à la hausse des émissions de GES dans le secteur des transports. Il est intéressant de noter que l'aviation a représenté environ 10 p. 100 de l'augmentation des émissions du secteur, avec 30 Mt d'équivalent CO₂. La croissance des émissions dans cette catégorie est récente – à partir de 1995. Cela coïncide avec une période de concurrence accrue entre les lignes aériennes et avec une réduction des tarifs aériens qui a fait augmenter le nombre de passagers.

Secteur manufacturier, secteur de la construction et procédés industriels

Les émissions du secteur manufacturier et du secteur de la construction proviennent des combustibles utilisés pour produire de l'énergie, tandis que celles des procédés industriels sont issues de combustibles qui n'en produisent pas. Ensemble, ces trois secteurs se retrouvent sous la rubrique « industries » dans l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre. Entre 1980 et 1997, il n'y a pas eu d'augmentation des émissions dans ce secteur, en dépit d'une hausse de

16 Statistique Canada, *Extraction de pétrole et de gaz* (annuel), publication n° 26-213.

17 Transports Canada, *Direction de la sécurité routière*, 1998.

18 Transports Canada, *Rapport annuel*, 1997.

19 Statistique Canada, *Pipeline Transportation of Crude Oil and Refined Petroleum Products*, catalogue n° 55-201 (annuel), *Natural Gas Transportation and Distribution*, catalogue n° 57-205 (annuel) et *Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*.

20 À noter que la plus grande partie de l'augmentation s'est produite lors du transport du gaz naturel. Un des motifs les plus plausibles de cette forte augmentation tient au fait qu'il faut beaucoup plus d'énergie pour transporter un gaz qu'un liquide.

51 p. 100 du PIB canadien. C'est au changement des habitudes de consommation d'énergie dans le secteur manufacturier, particulièrement l'utilisation de combustibles de remplacement et l'amélioration de l'efficacité énergétique, que l'on peut attribuer ce succès.

Le secteur manufacturier comprend deux sous-catégories : les *industries à base de ressources* telles que les pâtes et papier ou les aciéries et les *produits et services de pointe*²¹ tels que l'électronique, l'automobile et l'industrie aérospatiale. Par suite de l'augmentation des prix du pétrole à la fin des années 70 et au début des années 80, il y a eu une tendance, dans chacune de ces deux sous-catégories, à adopter des sources d'énergie moins riches en carbone, telles que le gaz naturel²². Cette tendance a entraîné une réduction immédiate des émissions de gaz à effet de serre.

Ensuite, vers le milieu des années 80, alors que l'activité économique s'amplifiait rapidement, des capitaux croissants ont été investis dans l'acquisition de machines plus modernes et de procédés ayant une plus grande efficacité énergétique. Cette dernière tendance a été observée principalement dans les industries de *produits et de services de pointe*, les incidences les plus importantes de ces changements s'étant manifestées au cours des années 90. De 1990 à 1996, la consommation d'énergie, dans cette sous-catégorie, déjà caractérisée par une faible intensité d'émission de gaz à effet de serre, a baissé de 3 p. 100 (avec une réduction concomitante des émissions) en dépit d'une hausse de 12 p. 100 du rendement économique global. En fait, en 1996, les industries des *produits et services de pointe* étaient responsables de près de 70 p. 100 de l'activité du secteur industriel tout en ne représentant que 20 p. 100 de la consommation d'énergie²³.

Pendant les années 80, les changements de combustible ont contribué à réduire les émissions de GES dans le secteur des *industries à base de ressources* telles que les usines de pâtes et papiers où on avait tendance à brûler un volume de plus en plus considérable de produits du bois. (On présume que le bois et les produits du bois sont pleinement régénératifs et que, par conséquent, leur combustion ne produit pas de dioxyde de carbone)²⁴. Toutefois, dans les années 90, l'intensité énergétique de ces industries, déjà passablement plus grande que celle des industries des produits et services de pointe (souvent dix fois ou davantage) s'est accentuée. Ainsi, les émissions de gaz à effet de serre des *industries à base de ressources* ont légèrement augmenté entre 1990 et 1997. En dépit de cette hausse, les sources d'émissions du secteur manufacturier accusaient toujours une

réduction nette par rapport aux années 90 et à l'ensemble de la période de 17 ans considérée.

Contrecarrant la diminution des émissions du secteur manufacturier, les rejets de gaz à effet de serre provenant de certains procédés industriels se sont mis à augmenter. Ces augmentations se sont manifestées dans les entreprises de production d'aluminium de première fusion, grâce à un renforcement de la demande de métal et en raison de l'utilisation plus répandue des combustibles fossiles non énergétiques²⁵ (tels que les lubrifiants et les produits chimiques) dans toute l'industrie.

Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel

Les émissions dans ce secteur résultent principalement de l'utilisation d'énergie pour chauffer les bâtiments, et elles ont décliné à long terme. Cette réduction a été d'environ 12 Mt d'équivalent CO₂ soit 13 p. 100 entre 1980 et 1997. La tendance à la baisse est née de l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, particulièrement au début des années 80, et de l'adoption de combustibles de remplacement. En fait, de 1980 à 1987, les émissions du secteur résidentiel, commercial et institutionnel ont décliné de 25 p. 100. Elles ont recommencé à monter à la fin des années 80 et au cours des années 90, mais elles ne sont pas revenues à leur niveau initial en dépit d'une hausse de 23 p. 100 de la population et de conditions climatiques instables.

Dans les grandes lignes, on peut dire qu'en l'absence d'augmentation de l'efficacité, la demande de chauffage continuera à augmenter en proportion de la surface habitable et de la rigueur des températures hivernales. La demande, en ce qui concerne la surface habitable, tend à varier selon la population, alors que la rigueur des conditions climatiques s'apparente au nombre moyen de degrés-jours de chauffage calculé pour toute la saison hivernale. Cette dernière valeur est établie en déterminant la moyenne canadienne des jours où, dans les agglomérations, le mercure est descendu en bas de 18 C, et en multipliant ce facteur par le nombre correspondant de degrés sous de cette température.

21 Les *produits et services de pointe* sont étiquetés « Autres industries » dans les publications de Statistique Canada telles que le *Le Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*.

22 Ressources naturelles Canada, *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 1996*.

23 Ibid.

24 Cette hypothèse ne s'applique qu'à la combustion et non à l'utilisation des produits du bois à d'autres fins. Une analyse plus approfondie est présentée à la section 6 – *Changement d'affectation des terres et foresterie*.

25 Classé sous *Produits indifférenciés* dans les tableaux des émissions. Voir, par exemple, le Tableau S-2.

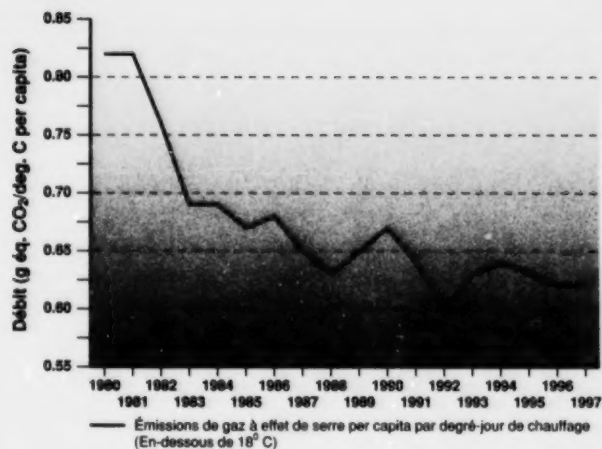


FIGURE S.9
Émissions des secteurs résidentiel, commercial
et institutionnel par degré-jour per capita

Pour neutraliser les effets de ces variables, il est intéressant d'examiner la tendance des émissions de GES par degré-jour per capita (ou *débit d'émission*) (Figure S.9). Si l'efficacité ou les habitudes d'utilisation des combustibles ne fluctuaient pas, on s'attendrait à obtenir une ligne horizontale sur le diagramme. Toutefois, le *débit d'émission* dénote une nette tendance à la baisse et illustre le rôle qu'ont joué l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments et l'adoption de combustibles de remplacement dans la réduction des niveaux de gaz à effet de serre entre 1980 et 1997.

Agriculture

Cette section correspond au secteur de l'agriculture tel que défini par le GIEC²⁶. (En d'autres termes, les émissions liées au secteur de l'énergie en sont exclues). Le volume d'émissions est resté stationnaire entre 1980 et 1997 (Figure S.10).

Les émissions totales, qui étaient de 64 Mt d'équivalent CO₂ en 1997, n'ont pas fluctué de plus de 5 p. 100 pendant cette période. Il est intéressant de noter l'évolution, dans le temps, de la composition des émissions du secteur agricole. Les émissions de dioxyde de carbone ont décliné d'environ 8 Mt, tandis que celles d'oxyde nitreux augmentaient, à peu de chose près, du même volume (environ 7 Mt d'équivalent CO₂), en raison, principalement, de l'évolution des pratiques d'aménagement du sol et de fertilisation.

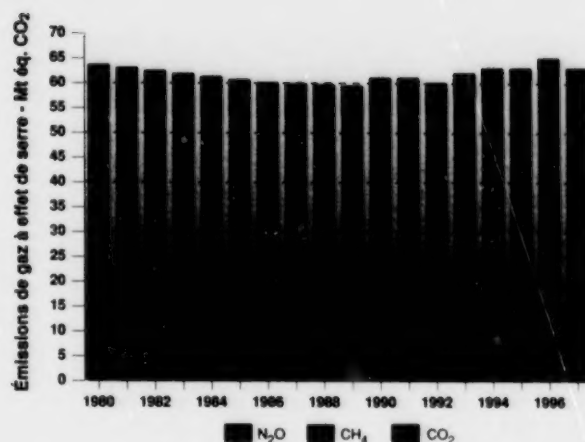


FIGURE S.10
Tendances des émissions dans le secteur agricole

Les émissions de dioxyde de carbone résultent de l'évaporation du carbone des sols agricoles. Il semble que l'adoption de méthodes de culture sans labour et la diminution de la mise en jachère estivale dans de nombreuses régions du Canada, combinées avec l'augmentation de la quantité d'engrais aient contribué à réduire l'appauvrissement des sols. Cette tendance semble s'être amplifiée depuis 1990 et, dans certaines provinces, les sols agricoles ont commencé à capter le dioxyde de carbone de l'atmosphère. Bien que le niveau d'incertitude de ces estimations soit relativement élevé, on prévoit que les sols canadiens pourraient devenir, dans un proche avenir, un puits assurant une absorption nette du carbone atmosphérique.

Malheureusement, l'augmentation du volume d'engrais épandu et les autres procédés naturels de « nitrification » ont rehaussé le niveau d'émission d'oxyde nitreux des sols. Les recherches les plus récentes indiquent qu'une proportion beaucoup plus importante qu'on ne l'avait cru jusqu'ici de l'azote des engrais épandus (et des plantes elles-mêmes) a fini par se diffuser dans l'atmosphère sous forme d'oxyde nitreux. Les estimations présentées dans ce document sont fondées sur les dernières études canadiennes et sur les plus récentes méthodes du GIEC, lesquelles tendent toutes à quantifier ces émissions de façon plus précise.

26 Tel que défini dans les Lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996.

Autres sujets d'intérêt

Méthodes

Tel qu'on l'a signalé plus tôt, l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre a été structuré pour correspondre aux critères de rapport du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). Il se subdivise en six grands secteurs : énergie; procédés industriels; solvants et autres produits; agriculture; changements d'affectation des terres et foresterie; déchets. Bien que chacun des secteurs du GIEC soit subdivisé davantage dans le cadre du présent inventaire (par exemple les procédés industriels en émissions provenant de la production, de la transformation et de l'utilisation de divers minéraux, produits chimiques, métaux et produits non énergétiques), il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de décompte double des émissions, au sein de chacun des secteurs et d'un secteur à l'autre.

Un certain nombre de méthodes d'estimation ont été mises à jour. Les révisions les plus détaillées ont été effectuées dans les secteurs suivants : Agriculture et Changement d'affectation des terres et foresterie. Le secteur agricole incorpore de nouvelles méthodes d'estimation des émissions d'oxyde nitreux et elles sont fondées sur la plus récente version des lignes directrices du GIEC (*Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre - version révisée 1996*). Ces méthodes tentent de quantifier, de façon plus exacte, les émissions d'oxyde nitreux provenant des sols et des systèmes de traitement du fumier. Bien qu'on ait réussi à améliorer l'inventaire, les estimations d'émissions pour ce secteur sont deux fois plus élevées que lors de la publication du dernier rapport. Par ailleurs, les tendances des émissions totales et sectorielles depuis 1990 n'ont pas été significativement altérées par cette mise à jour.

Le présent inventaire est la première publication qui fournit des estimations sur l'élimination du dioxyde de carbone atmosphérique grâce à des activités anthropiques modifiant l'affectation des terres et à la foresterie. Les estimations ont été établies à partir des méthodes du GIEC et d'une compilation exhaustive des plus récentes données canadiennes sur l'affectation des terres et la foresterie.

Incertitude des estimations

L'exactitude des inventaires d'émissions est une source importante de préoccupations. Aucun inventaire ne peut répertorier les émissions réelles de façon rigoureusement exacte. Même les émissions faisant l'objet de mesures continues ne sont exactes qu'à

concurrence de la précision du matériel de mesure. Le présent inventaire est fondé principalement sur des estimations dérivées d'une combinaison de statistiques nationales, de coefficients d'émission mesurés et de modèles scientifiques ou de génie civil. Les niveaux d'incertitude sont attribuables à de nombreuses causes.

Une étude visant à déterminer le niveau d'incertitude statistique pour les estimations contenues dans une version antérieure du présent inventaire a été effectuée par McCann & Associates, 1994. Les résultats indiquent des niveaux d'incertitude d'environ 4 p. 100 pour le dioxyde de carbone, de 30 p. 100 pour le méthane et de 40 p. 100 pour l'oxyde nitreux. Au fur et à mesure que de nouvelles méthodes interviennent dans l'élaboration de l'inventaire, ces estimations du niveau d'incertitude deviennent désuètes. On continue toutefois à penser qu'elles demeurent des indicateurs utiles.

Les gaz à effet de serre et l'utilisation des données sur le potentiel de réchauffement planétaire (PRP)

L'effet du forçage radiatif d'un gaz dans l'atmosphère reflète sa capacité de causer un réchauffement. Des effets directs se produisent lorsque le gaz lui-même est

TABLEAU S.4 POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE

Gaz à effet de serre	Potentiel de réchauffement planétaire ⁽¹⁾ 100 ans
Dioxyde de carbone (CO ₂)	1
Méthane (CH ₄)	21
Oxyde nitreux (N ₂ O)	310
HFC	
HFC-23	11 700
HFC-32	650
HFC-125	2 800
HFC-134a	1 300
HFC-143a	3 800
HFC-152a	140
HFC-227ea	2 900
Hydrocarbures perfluorés (HPF)	
Tétrafluorométhane (CF ₄)	6 500
Hexafluoroéthane (C ₂ F ₆)	9 200
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	23 900

(1) GIEC, 1996.

Le Potentiel de réchauffement planétaire (PRP) du méthane comprend les effets directs et indirects de la production d'ozone troposphérique et de vapeur d'eau stratosphérique. L'effet indirect de la production de dioxyde de carbone n'est pas inclus.

Remarque : Il s'agit d'une liste partielle de coefficients de Potentiel de réchauffement planétaire; une liste plus détaillée est fournie à l'annexe G.

un gaz à effet de serre, mais on parle de forçage radiatif indirect quand la transformation chimique du gaz original produit un autre gaz qui est un gaz à effet de serre ou quand un gaz influe sur le cycle de vie atmosphérique d'autres gaz.

Le concept de potentiel de réchauffement planétaire (PRP) a été élaboré pour permettre aux scientifiques et aux décideurs de comparer la capacité de chaque gaz à effet de serre de capter la chaleur dans l'atmosphère à celle d'un autre gaz. Par définition, le potentiel de réchauffement planétaire correspond à l'évolution, dans le temps, du forçage radiatif résultant du rejet instantané de 1 kg de gaz à l'état de traces comparativement au forçage radiatif provoqué par le rejet d'un kg de CO₂. En d'autres termes, le PRP est une mesure relative de l'effet de réchauffement que l'émission d'un gaz radiatif peut entraîner dans la couche de surface de la troposphère. Le PRP d'un gaz à effet de serre tient compte à la fois du forçage radiatif instantané dû à une augmentation marginale de la concentration, et au cycle de vie du gaz. Bien qu'on puisse choisir n'importe quelle période de temps pour la comparaison, ce sont les PRP de 100 ans, recommandés par le GIEC, qui sont utilisés dans le présent rapport.

Bibliographie

Energy Information Administration, *International Energy Outlook 1998 with Projections through 2020*; É.-U., DOE, Washington DC, 1998.

Groupe international d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), Agence internationale de l'énergie (AIE), *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée* 1996, GIEC, Bracknell, R.-U., 1997.

Ressources naturelles Canada, *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 1996*, Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada, 1998.

Olivier, J.G.J., Bouwman, A.F., Van der Maas, C.W.M., Berdowski, J.J.M., Veldt, C., Bloos, J.P.J., Visschedijk, A.J.H., Zandveld, P.Y.J. et Haverlag, J.L. EDBAR. Version 2.0, RIMV, Bilthoven, décembre 1996. Rapport n° 771060 002 (RIVM) et rapport n° R96/119 (TNO-MEP).

T.J. McCann and Associates. *Fossil Fuel Energy Trade and Greenhouse Gas Emission*. Rapport préparé pour Environnement Canada, Direction des données sur la pollution, Hull, mai 1997.

T.J. McCann and Associates. *Uncertainties in Canada's 1990 Greenhouse Gas Emission Estimates*. Rapport préparé pour Environnement Canada, Direction des données sur la pollution, Hull, mars 1994.

Transport Canada, *Company Average Fuel Consumption for Canadian New Vehicles*, Direction de la sécurité routière et de la réglementation automobile, Transport Canada, Ottawa, 1998.

Section 1 – Introduction

Le présent rapport résume les tendances des émissions atmosphériques des gaz à effet de serre d'origine anthropique (causées par l'homme) au Canada et expose les méthodes d'estimation actuelles. Les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère captent l'énergie solaire. La vapeur d'eau, l'ozone, le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux et d'autres composés à l'état de traces comptent parmi les gaz à effet de serre d'origine naturelle. Sans ces gaz, la température terrestre moyenne serait inférieure d'environ 33 degrés Celsius à ce qu'elle est aujourd'hui et le froid rendrait la vie impossible (Scheider, 1989). Même si la présence de ces gaz atmosphériques est indispensable, les répercussions de la concentration sans cesse croissante de certains d'entre eux sur le système climatique sont fort préoccupantes.

Les gaz radiatifs (à effet de serre) dont les émissions ont été évaluées sont le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), l'hexafluorure de soufre (SF_6), le tétrafluorure de carbone (CF_4), l'hexafluorure de carbone (C_2F_6) et les hydrofluorocarbures (HFC).

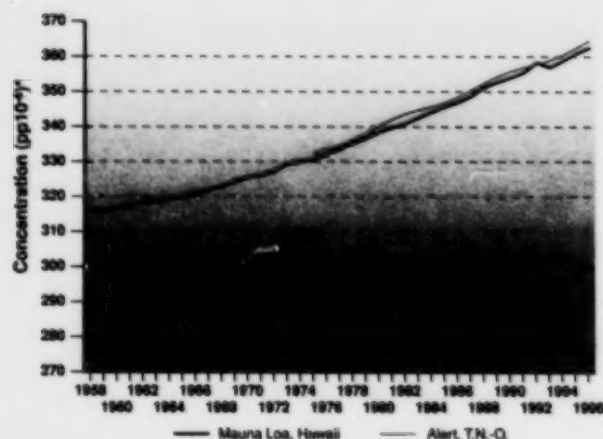


FIGURE 1.1-1
Concentrations atmosphériques
de dioxyde de carbone, à l'échelle mondiale

*pp10⁻⁶ = parties par 10⁻⁶ (ou partie par million)

Sources : C.D. Keeling et T.P. Whorf, Scripps Institution of Oceanography, University of California, Californie, États-Unis pour les mesures du niveau de dioxyde de carbone prises à l'observatoire du Mauna Loa à Hawaii; Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada pour les mesures de dioxyde de carbone prises à Alert (T.N.-O.), Canada.

Données fournies par le Programme sur l'état de l'environnement (1999).

1.1 Changement climatique

Les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ont augmenté considérablement depuis l'ère préindustrielle (vers 1750). La concentration de CO_2 , est passée d'environ 280 à près de 360 parties par 10⁻⁶ en volume, celle de CH_4 de 700 à 1 720 parties par 10⁻⁹ en volume et celle de N_2O , d'environ 275 à quelque 310 parties par 10⁻⁹ en volume (CIEC, 1996). On peut attribuer en grande partie ces tendances à l'activité humaine, principalement à l'utilisation des combustibles fossiles, au changement d'affectation des terres et à l'agriculture.

La concentration des autres gaz d'origine humaine qui appauvrissent la couche d'ozone a également augmenté, ce qui a renforcé, en moyenne, la contribution globale des gaz à effet de serre au réchauffement de l'atmosphère et de la surface de la terre. À partir de la deuxième moitié du XVIII^e siècle, les concentrations de dioxyde de carbone (qui expliquent environ 75 p. 100 du renforcement des effets des gaz à effet de serre) ont atteint un volume inégalé en 160 000 ans (Environnement Canada, 1995).

En 1995, la concentration de CO_2 dans l'atmosphère était d'environ 360 parties par 10⁻⁶ par volume, ce qui représente une hausse de près de 30 p. 100 par rapport au niveau préindustriel – qui était d'environ 280 parties par 10⁻⁶ par volume (GIEC, 1996; Bolin et al., 1979). Selon des données récentes, la température moyenne de l'air à la surface du globe a augmenté de 0,3 à 0,6° C depuis la fin du XIX^e siècle (GIEC, 1996; GIEC, 1996 b), tandis que la moyenne canadienne augmentait d'environ 1° C (voir la Figure 1.1-2). Selon certains modèles, la température moyenne de la terre pourrait augmenter d'environ 0,3° C par décennie au cours des 100 prochaines années.

Un réchauffement de cette ampleur pourrait modifier considérablement le climat de la terre. La fréquence et la force des tempêtes pourraient augmenter, des millions de personnes vivant le long des côtes pourraient se voir contraintes de déménager en raison de l'élévation du niveau des mers, et des sécheresses ou des inondations régionales pourraient sévir. Il est probable que les secteurs agricole, forestier et énergétique canadiens seraient tous fortement touchés.

Par ailleurs, les prévisions climatiques sont extrêmement incertaines et, bien que les changements de température pendant ce siècle soient conformes aux

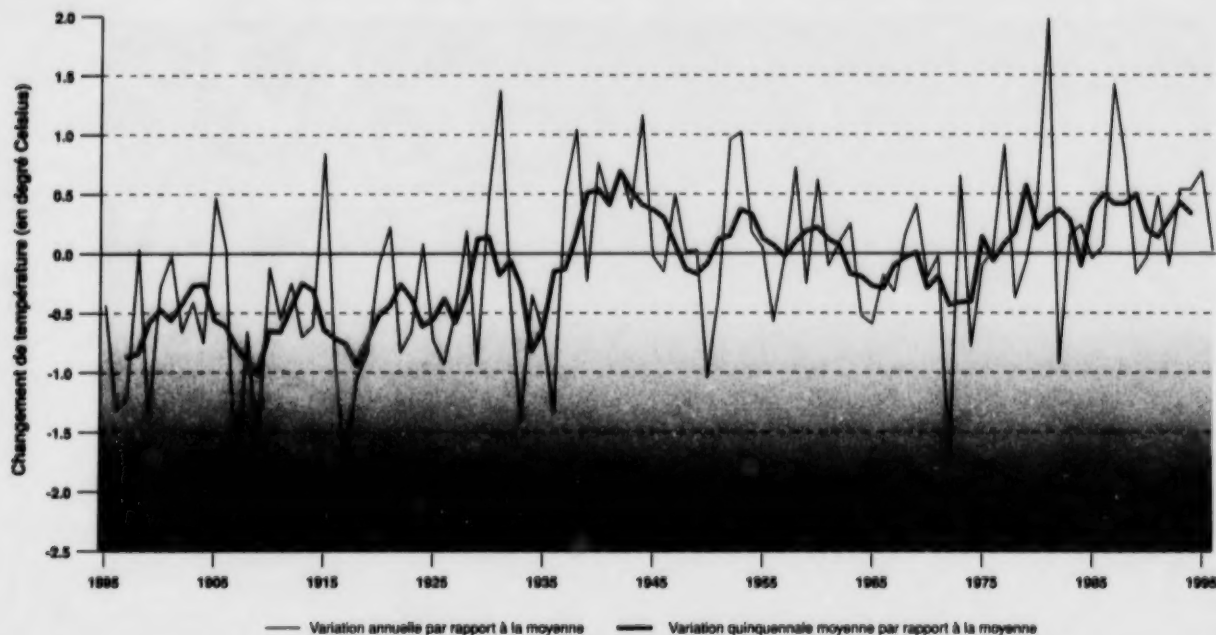


FIGURE 1.1-2
Écarts de température au Canada

Source : Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada.

Remarque : Cet indicateur représente les variations annuelles et les variations quinquennales moyennes, de la température par rapport à une moyenne pour les différentes séries de données. La température annuelle moyenne au Canada est de 3,6 degrés Celsius et elle est calculée à partir d'une période de référence allant de 1951 à 1980.

prévisions de réchauffement planétaire, ils ne dépassent pas les limites de la variabilité naturelle.

Il n'en demeure pas moins, à la lumière de cette évolution de la température ambiante moyenne à l'échelle planétaire et des changements dans les schémas géographiques, saisonniers et verticaux de la température atmosphérique, que l'homme semble exercer une influence perceptible sur le climat du globe. Il demeure des incertitudes quant aux facteurs clés, y compris l'ampleur et les fluctuations de la variabilité naturelle à long terme. Le niveau des mers a enregistré une hausse de 10 à 25 cm au cours du siècle dernier et cette hausse peut être liée en grande partie à l'élévation de la température moyenne du globe (GIEC, 1996).

1.2 Tendances des émissions à l'échelle planétaire

Dioxyde de carbone

À l'échelle mondiale, on sait que les émissions de CO₂ d'origine humaine sont faibles. Par rapport aux flux bruts de carbone provenant des systèmes naturels, elles ne représentent qu'une fraction (environ 2 %) des

émissions terrestres totales. Toutefois, on leur attribue la plus grande part de l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère (Sullivan, 1990; Edmonds, 1992). À la lumière de l'information disponible sur les émissions, l'utilisation des combustibles fossiles (y compris les sources fixes et mobiles), la déforestation (donnant lieu à un changement permanent d'affectation des terres) et les procédés industriels comme la production de ciment comptent parmi les principales sources anthropiques de CO₂. Récemment, le Centre d'analyse de l'information relative au gaz carbonique a évalué le coefficient global d'émission de CO₂ à environ 23,9 Gt (Marland et al., 1999). On estime que la déforestation, l'exploitation des terres et l'oxydation subséquente des sols sont responsables de 23 p. 100 des émissions de CO₂ causées par l'homme. Au nombre des principales sources naturelles de ces émissions, on peut citer la respiration des animaux et des végétaux, les matières organiques en décomposition et la fermentation, les volcans, les feux de forêt et de brousse et les océans. Sur une base de résultats nets, les processus de neutralisation naturelle du carbone comme la photosynthèse et les réservoirs océaniques captent la plupart du CO₂. (Scheider, 1989). Au cours des 45 années précédant 1996, les émissions globales de dioxyde de carbone ont presque quadruplé, passant d'environ 6,4 Gt à 23,9 Gt (Marland et al., 1999).

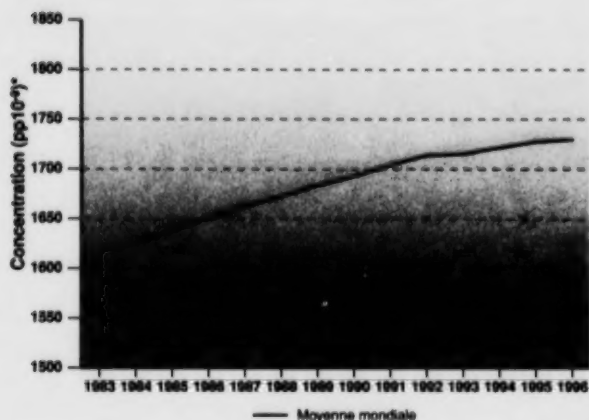


FIGURE 1.2-1
Concentrations atmosphériques de méthane,
à l'échelle mondiale

pp10⁻⁹ = parties par 10⁻⁹ (par milliard)

Source : E. Dlugokencky et P. Lang, Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Boulder, Colorado, É.-U.

Données fournies par le Programme sur l'état de l'environnement (1999).

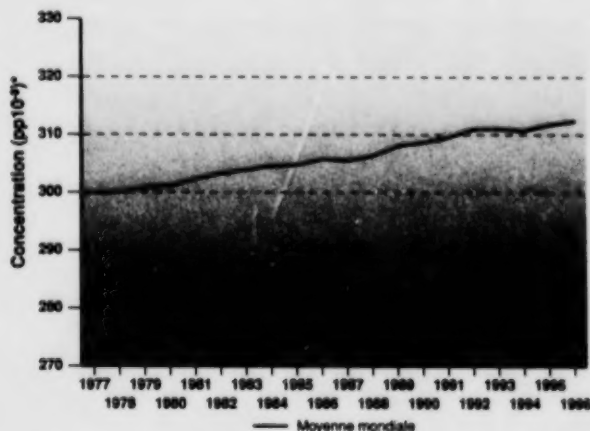


FIGURE 1.2-2
Concentrations d'oxyde nitreux
dans l'atmosphère, à l'échelle mondiale

pp10⁻⁹ = parties par 10⁻⁹ (par milliard)

Source : J. Elkins et A. Clarke, Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Colorado, É.-U.

Données fournies par le Programme sur l'état de l'environnement (1999).

Méthane

On considère qu'à l'échelle mondiale, les émissions excessives de méthane attribuables à l'activité humaine ont donné lieu à une hausse d'environ 145 p. 100 des concentrations atmosphériques, depuis le milieu du XVIII^e siècle (Thompson et al., 1992).

Actuellement, on estime que le taux annuel d'accumulation varie entre 40 et 60 Mt CH₄/an (environ 14 à 21 parties par 10⁻⁹ par volume), ce qui correspond grosso modo à près 10 p. 100 des émissions mondiales totales de méthane (Thompson, 1992). Les émissions anthropiques de CH₄, qui s'élèvent à environ 360 Mt par an, sont principalement attribuables aux activités comme l'élevage du bétail et la culture du riz, la combustion de la biomasse, la livraison du gaz naturel, les sites d'enfouissement et l'exploitation houillère (U.S. EPA, 1981). Bien que l'on ne soit pas certain de la contribution réelle et de l'importance relative de ces sources, on sait qu'une réduction des émissions d'environ 8 p. 100 serait nécessaire pour stabiliser les concentrations de méthane aux niveaux actuels (GIEC, 1996).

Oxyde nitreux

Actuellement, on considère qu'environ un tiers de l'oxyde nitreux présent dans l'atmosphère du globe est d'origine humaine et provient principalement

de l'épandage d'engrais azotés et de l'utilisation de combustibles fossiles et de bois. Depuis le milieu du XVIII^e siècle, la concentration atmosphérique d'oxyde nitreux a augmenté d'environ 15 p. 100 (GIEC, 1996). On estime que les émissions annuelles totales de N₂O – exprimées en N – provenant de toutes les sources se situent entre 10 et 17,5 Mt (GIEC, 1996). C'est la dénitrification du sol et de l'eau dans des conditions anaérobies qui représente la principale source naturelle de N₂O. Produite de cette manière, cette substance est facilement absorbée par les végétaux. Bien que l'on reconnaisse généralement le caractère limité et le haut niveau d'incertitude des données d'inventaire relatives aux émissions d'oxyde nitreux – comparativement au dioxyde de carbone –, les initiatives prises dans ce secteur continuent à améliorer les estimations.

HFC, HPF et SF₆

Actuellement, certains gaz ayant une longue durée de vie – en particulier les hydrofluorocarbures (HFC) [un produit de remplacement des chlorofluorocarbures (CFC)], les hydrocarbures perfluorés (HPF) et l'hexafluorure de soufre (SF₆) – contribuent peu au forçage radiatif, mais leur utilisation plus fréquente devrait augmenter cette contribution de quelques points de pourcentage au cours du XXI^e siècle (GIEC, 1996).

Contribution du Canada

Bien que la contribution du Canada aux émissions mondiales de gaz à effet de serre ne soit que d'environ 2 p. 100, ses émissions par habitant sont parmi les plus élevées au monde, en grande partie en raison de son économie axée sur l'exploitation des ressources naturelles, de son climat, de sa superficie et de ses habitudes de consommation d'énergie. En 1990, les Canadiens ont provoqué l'émission de 22 t d'équivalent CO_2 de GES per capita.¹

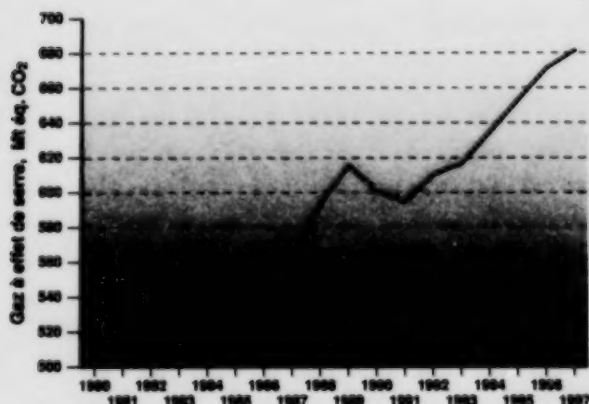
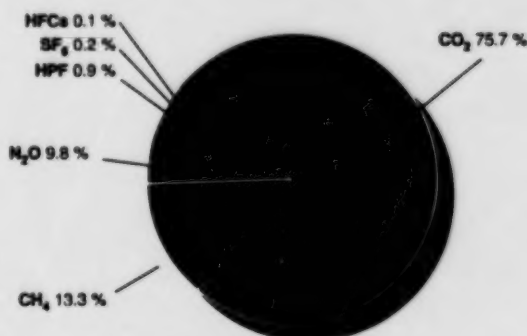


FIGURE 1.3-1
Tendance des émissions de gaz à effet de serre
au Canada de 1980 à 1997



Total des émissions - 671 Mt éq. CO_2

FIGURE 1.3-3
Émissions de gaz à effet de serre au Canada
par gaz en 1996

1.3 Tendances des émissions nationales

Dans tout inventaire répertoriant des émissions, les données doivent être considérées comme des estimations, à moins de faire appel à des techniques de mesure continue. Dès lors, de telles données présentent toujours un certain degré d'incertitude. Toutefois, pour autant qu'on s'attache à suivre l'évolution des choses et les tendances et que les méthodes utilisées pour établir les estimations restent constantes, on peut tenir les tendances pour exactes et pour une mesure raisonnablement précise du rendement. On estime que les émissions de gaz à effet de serre ont augmenté de près de 20 p. 100 au cours des 17 dernières années – depuis 1980 – pour atteindre près de 682 Mt en 1997 (Figure 1.3-1). Le corps du présent document se penche surtout sur les émissions de 1996 puisqu'il n'existe guère, pour 1997, de documentation supplémentaire. On présume qu'en 1996, les émissions ont atteint 671 Mt d'équivalent CO_2 . Deux modes de représentation différents sont proposés (voir les Figures 1.3-2 et 1.3-3). On y constate que le dioxyde de carbone est le gaz dominant et l'énergie, la source dominante.

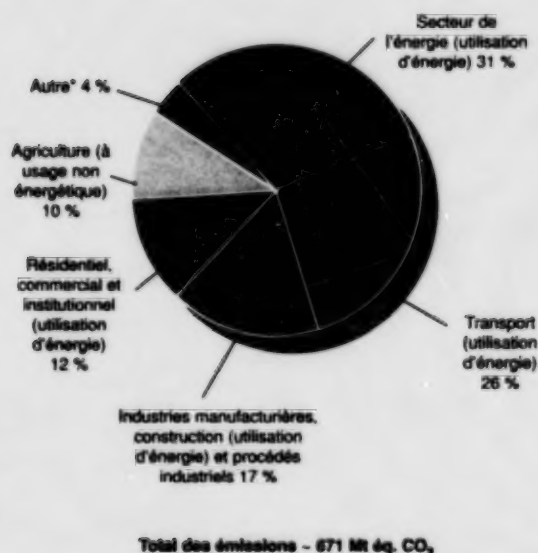


FIGURE 1.3-2
Émissions de gaz à effet de serre au Canada
par secteur économique en 1996

*Autre = Agriculture (utilisation d'énergie), foresterie (utilisation d'énergie), déchets et solvants.

¹ EDGAR, V 2.0; Oliver, et al. (1996). Ce chiffre représente les émissions totales des principaux GES (CO_2 , CH_4 et N_2O) en tonnes d'équivalent CO_2 . Les HFC, les HFP et le SF_6 ne sont pas inclus dans ces estimations : leur contribution en 1990, était tellement minime qu'on pouvait tenir leur impact sur le taux d'émission per capita pour négligeable.

1.4 Méthode

Dans le présent rapport, nous avons classé les émissions en six catégories, selon un modèle de présentation de l'information reconnu à l'échelle internationale. La définition de ces catégories et la description détaillée des méthodes reconnues d'élaboration des inventaires d'émissions sont fournies par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat dans ses *Lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre* (GIEC/OCDE/AIE, 1997). Ces six grandes catégories sont les suivantes :

- Énergie
- Procédés industriels
- Utilisation de solvants et d'autres produits
- Agriculture
- Changement d'affectation des terres et foresterie
- Déchets

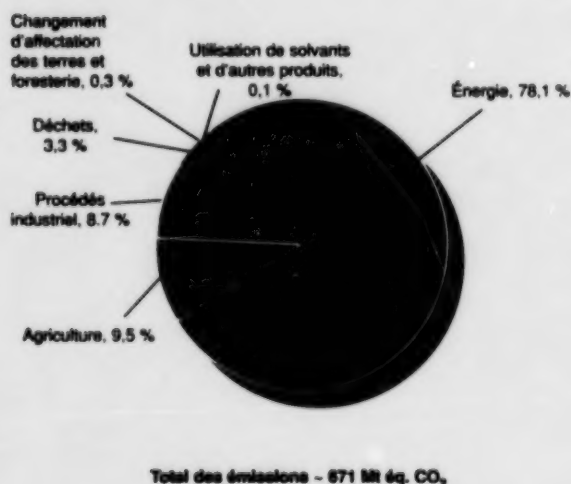


FIGURE 1.4-1
Émissions de gaz à effet de serre au Canada
en 1996 par catégorie du GIEC

Soutes internationales

Au Canada, les émissions dues à la consommation du carburant vendu aux navires battant pavillon étranger, quelle que soit leur destination, sont attribuées aux soutes internationales.

Les émissions de 1996, pour chaque catégorie du GIEC, sont présentées à la Figure 1.4-1. La catégorie Énergie inclut les émissions liées à la combustion et les émissions fugitives de toutes les activités associées à l'énergie, y compris la production, le transport et l'utilisation finale des combustibles fossiles. Bien que la combustion du bois et d'autres genres de biomasse donne lieu à des émissions, seules les émissions de gaz autre que le CO₂ sont prises en compte dans cette catégorie. Toute émission de dioxyde de carbone provenant de la combustion de déchets ligneux et de liqueur résiduaire, de la combustion de bois de chauffage domestique et du brûlage dirigé de la biomasse boisée et agricole est signalée dans la section portant sur le changement d'affectation des terres et la foresterie et peut ne pas donner lieu à des émissions nettes en cas de production soutenue.

Il convient toutefois de noter que conformément aux critères de déclaration des lignes directrices internationales, les émissions attribuables aux soutes ont été exclues des totaux.

En général, on peut définir un inventaire d'émissions comme une étude longitudinale détaillée visant à établir le volume de rejet des polluants atmosphériques et à recueillir des données connexes de sources locales pouvant servir à déterminer les effets des émissions sur la qualité de l'air ambiant (U.S. EPA, 1981).

Puisque le dégagement excessif de gaz à effet de serre entraîne des conséquences à long terme pour la planète plutôt que des effets localisés immédiats, on a eu recours, en général, à une estimation à grande échelle des émissions régionales ou internationales, dans des conditions moyennes, pour plusieurs secteurs ou sources d'émissions. En général, ces compilations « descendantes »² n'ont pas exigé de détails sur la source ponctuelle et la résolution géographique qui sont souvent prises en compte dans les inventaires de polluants établis en fonction de critères. Toutefois, à mesure que des stratégies de gestion des ressources et de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre seront mises au point, il faudra probablement évaluer plus en détail les contributions de chaque source à l'aide de démarches « ascendantes » pour obtenir des données ou prédire des volumes d'émissions plus précis. Par ailleurs, les données d'inventaire sont souvent utilisées pour déterminer les

2 Les termes « ascendant » et « descendant » décrivent le niveau de détail d'un inventaire. Dans le cas présent, « ascendant » inclut les sources ponctuelles ou les sources au niveau de l'établissement, tandis que « descendant » renvoie généralement à un niveau de détail sectoriel.

tendances annuelles des émissions. Ainsi, la compilation uniforme de celles-ci est un facteur dont il faut tenir compte aussi longtemps qu'une méthode demeure incertaine.

La précision et l'utilité d'un inventaire d'émissions devraient normalement augmenter en proportion de la fraction des émissions totales incluse dans le fichier de données sur les sources ponctuelles. En d'autres termes, les données du fichier des sources ponctuelles sont plus détaillées et souvent plus fiables que les données contenues dans les fichiers des sources diffuses.

Quoi qu'il en soit, on ne mesure généralement pas les émissions de gaz à effet de serre à des fins de réglementation ou de conformité³. La plupart du temps, elles ont été calculées à l'aide de coefficients d'émission, de bilans massiques ou de relations stoechiométriques dans des conditions moyennées. Les bilans de carbone, permettant de tenir compte des bilans de sources ou de puits, et la modélisation des estimations à l'aide des meilleurs paramètres moyennés disponibles, sont utilisés pour certaines des grandes sources à ciel ouvert sujettes aux conditions météorologiques (p. ex., bilans de biomasse forestière, sites d'enfouissement et sols agricoles).

On peut calculer les émissions de gaz à effet de serre pour un procédé donné ou un ensemble d'activités à l'aide d'une ou de plusieurs des méthodes suivantes.

L'approche du **bilan massique** permet de déterminer les émissions atmosphériques d'après la différence entre le volume de l'élément (carbone, par exemple) contenu dans les matières brutes ou les combustibles, et celui contenu dans les produits, les déchets de procédés ou les résidus non dégagés. Le bilan massique convient le mieux quand il s'agit de contributions combustibles-carbone et d'activités de traitement des minerais au sujet desquelles on dispose de suffisamment de données pour déterminer la teneur moyenne en carbone des matières premières. En général, il est facile, grâce au bilan du carbone, d'évaluer les émissions de dioxyde de carbone attribuables à l'utilisation d'un combustible et on utilise ce procédé pour déterminer les coefficients d'émission.

Les **coefficients d'émission** peuvent permettre d'évaluer le rythme de rejet d'un polluant dans l'atmosphère par suite d'une activité de procédé industriel ou de la production d'une unité. Les valeurs moyennes utilisées pour une catégorie de source donnée peuvent différer par rapport aux émissions réelles pour une installation particulière, et peuvent être déterminées à l'aide d'essais sur les sources ou d'autres données. Les

coefficients d'émission ont été mis au point par Environnement Canada, en consultation avec d'autres ministères, associations industrielles, organismes et organisations, pour bon nombre des catégories de sources. Les valeurs résumées à l'annexe C ont été établies à partir des méthodes les plus précises actuellement disponibles et englobent la documentation actuellement constituée pour le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC).

Habituellement, les coefficients d'émission de CO₂ sont fiables pour de nombreuses sources, les coefficients de CH₄ le sont moins, tandis que ceux de N₂O, d'HPF et de HFC sont limités et moins sûrs.

Les méthodes et les coefficients d'émission décrits ici sont considérés comme les meilleurs qui soient. On trouvera, en annexe au présent document, un exposé complet des méthodes proposées dans Jaques (1992), et dans les lignes directrices du GIEC, de l'OCDE et de l'AIE (1997).

Certaines méthodes ont été révisées et de nouvelles sources ont été ajoutées depuis la publication du précédent inventaire. Parmi les changements d'importance, mentionnons une hausse des émissions dues à la combustion du bois de chauffage domestique, une estimation révisée des émissions du secteur amont de l'industrie pétrolière et gazière et du secteur des transports, et l'ajout d'une nouvelle source d'émissions d'oxyde nitreux, en provenance des sols agricoles, des déchets animaux et de l'épuration des eaux usées. Il convient également de souligner l'inclusion de l'estimation de l'absorption nette de CO₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie. La méthode utilisée est maintenant compatible avec les lignes directrices du GIEC, même si les estimations ne sont pas incluses dans les totaux d'inventaire.

Il vaut également la peine de signaler qu'on estime que ces dernières estimations, et les tendances qu'elles dénotent, ont préséance sur toutes les versions antérieures.

Élaboration de données

Bien que les méthodes de collecte de données puissent être simples, l'évaluation de la pertinence des données recueillies, sur le plan de la représentativité, de l'intégralité et de la précision, peut s'avérer exigeante, en particulier quand ces données proviennent de sources importantes et complexes ou quand il y a des sources d'émissions fugitives. Selon les

3 Cela pourrait changer si, par exemple, le Protocole de Kyoto était ratifié.

exigences de l'inventaire et l'utilisation prévue des données, il peut s'avérer souhaitable ou inopportun de traiter les émissions attribuables à l'utilisation de combustibles comme des sources diffuses, à l'exclusion de toute autre source. Les inventaires d'émissions peuvent être structurés de bien des façons, ce qui rend les comparaisons difficiles en l'absence d'une série de critères communs de présentation. C'est pourquoi on s'est efforcé, dans l'inventaire des émissions du Canada, de suivre les lignes directrices du GIEC.

1.5 Bibliographie

- Bolin, B. et al. *The Global Biogeochemical Carbon Cycle*. The Global Carbon Cycle, Scope Report, n° 13, John Wiley & Sons, Grande-Bretagne, 1979.
- Edmonds, J. *Why Understanding the Natural Sinks and Sources of CO₂ is Important*. Water, Air and Soil Pollution, n° 64, 1992, p. 11-21.
- Environment Canada. Série nationale d'indicateurs environnementaux du Canada, *Le changement climatique*, mai 1995.
- GIEC. Second Assessment Synthesis of Scientific - Technical Information Relevant to Interpreting Articles 2 of the UN Convention on Climate Change, 1996 b.
- GIEC/OECD/AIE (1997). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre - Version révisée* 1996, GIEC, Londres, Royaume-Uni, 1997.
- Jaques, A.P. *Estimation des émissions de gaz provoquant l'effet de serre au Canada en 1990*, rapport SPE 5/AP/4, Environment Canada, 1992.
- Marland, G., R.J. Andres, T.A. Boden, C. Johnston and A. Brenkert, Oak Ridge National Laboratory, Centre d'analyse de l'information relative au gaz carbonique, <http://cdiac.esd.ornl.gov/ndps/ndp030.html>, mars 1999.
- Quay, P.D., B. Tilbrook and C.S. Wong. *Oceanic Uptake of Fossil Fuel CO₂: Carbon 13 Evidence*. Science, vol. 256, 1992, p. 74-79.
- Schnieder, S. H. *The Changing Climate*, Scientific American, 261, n° 3, septembre 1989.
- Sullivan, K. M. *Coal and the Greenhouse Issue*, document 90-141.5 présenté à la 83^e Assemblée annuelle de l'Air and Waste Management Association, PA, 24-29 juin 1990.
- Thompson, A.M., K.B. Hogan and J.S. Hoffman. *Methane Reductions: Implications for Global Warming and Atmospheric Chemical Change*, Atmospheric Environment, vol. 26A, n° 14, 1992, p. 2665-2668.
- U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA). *Procedures for Emission Inventory Preparation*, volumes I à V, rapports EPA-450/4-81-026a à e, 1981.

Section 2 – Énergie

Les activités apparentées à l'énergie sont de loin la plus grande source d'émissions de gaz à effet de serre au Canada. Le secteur de l'énergie comprend les émissions totales de tous les gaz à effet de serre dérivant de la production et de l'utilisation de combustibles en vue, principalement, de fournir de l'énergie. Le secteur se subdivise en deux grandes sections selon les procédés qui génèrent les émissions : l'utilisation de combustibles et les émissions fugitives. Ces dernières proviennent de l'évaporation du méthane (CH_4) et du dioxyde de carbone (CO_2) pendant l'extraction, la transformation et la livraison des combustibles fossiles, ou de fuites. Toutes les émissions fugitives sont associées aux industries énergétiques.

Dans l'ensemble, les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie représentaient environ 78 p. 100 du total national en 1996 (Figure 2.1). Les émissions étaient de 467 Mt de dioxyde de carbone, 45 Mt de méthane, équivalent CO_2 , et 12 Mt

d'oxyde nitreux (N_2O), équivalent CO_2 . En 1996, les émissions liées au secteur de l'énergie avaient augmenté de 13 p. 100 par rapport à 1990. La plus grande contribution aux émissions du secteur provient de la catégorie des industries énergétiques (tant la combustion que les émissions fugitives). Cette catégorie représente 39 p. 100 des émissions du secteur de l'énergie.

A. Utilisation de combustibles

En 1996, les émissions de gaz à effet de serre provenant de la combustion de tous les combustibles utilisés pour la production d'énergie se montaient à 471 Mt d'équivalent CO_2 , une augmentation de 11 p. 100 par rapport à 1990. Le secteur des transports est la source la plus importante, suivi de près par les industries énergétiques (combustion seulement).

Les émissions provenant de l'utilisation de combustibles ont été réparties dans les catégories suivantes : Industries énergétiques, Industries manufacturières, Transports, Secteur résidentiel, Secteurs commercial et institutionnel, et Autre.

Méthode employée dans la catégorie de l'utilisation des combustibles

Pour estimer les émissions provenant de l'utilisation des combustibles, la méthode suivante a été adoptée. Elle s'applique en général à toutes les catégories de sources, bien que des procédés plus détaillés et plus élaborés soient souvent utilisés. Ces détails sont fournis, s'il y a lieu, sous les rubriques des catégories concernées.

Les quantités de combustibles utilisées dans les diverses catégories sont multipliées par les coefficients d'émission propres à chaque technologie. Cette approche est compatible avec la méthode à deux niveaux décrite dans le Manuel de référence du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC, 1997).

Les fondements de la dérivation des coefficients d'émission de CO_2 ont été discutés dans plusieurs publications antérieures (Jaques, 1992) et ils ne présentent guère de complications. Les coefficients ont été obtenus et élaborés à partir d'un certain nombre d'études menées par la United States

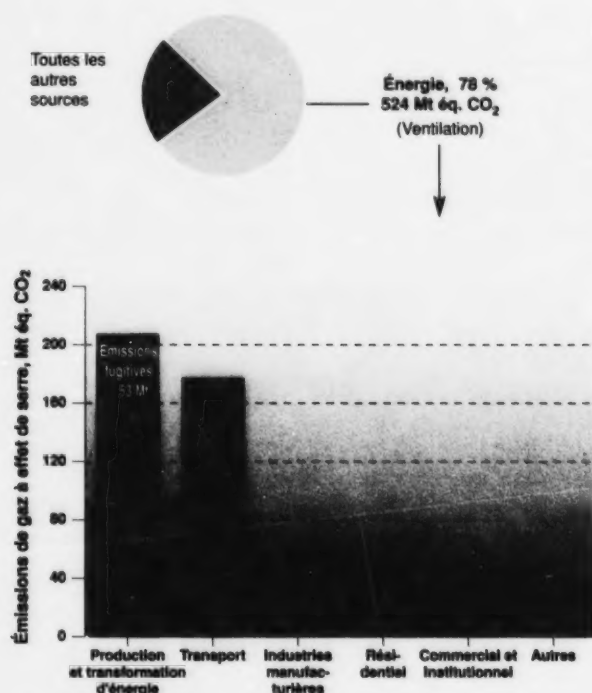


FIGURE 2.1
Sources de gaz à effet de serre dans
le secteur de l'énergie en 1996

Environmental Protection Agency et par plusieurs autres organismes canadiens et étrangers. La méthode de dérivation est fondée sur le contenu en carbone des combustibles et sur la fraction type de carbone oxydé. À la fois les hydrocarbures (HC) et les particules qui se forment pendant la combustion sont pris en compte, dans une certaine mesure, mais les émissions de monoxyde de carbone (CO) sont incluses dans l'estimation des émissions de CO₂. On présume que le CO présent dans l'atmosphère subit une oxydation intégrale et devient du CO₂ peu de temps après la combustion (dans les 5 à 20 semaines qui suivent son rejet). Les coefficients d'émission utilisés sont illustrés à l'annexe C.

Il arrive que les coefficients d'émission du méthane et de l'oxyde nitreux ne soient pas connus (par exemple, dans le cas de la liqueur résiduaire). Dans ces cas, les émissions ne sont pas comptabilisées car on présume qu'elles sont négligeables.

Les émissions de chacun des gaz sont estimées à partir des mêmes données sur la combustion. Les émissions provenant du torchage des gaz résiduaire ne sont pas déclarées dans la section qui porte sur l'utilisation des combustibles, mais plutôt sous la rubrique des émissions fugitives.

Bien qu'il y ait des émissions de dioxyde de carbone provenant de la combustion de la biomasse, servant à produire de l'énergie, ces émissions ne sont pas incluses dans les totaux du secteur de l'énergie. Elles figureront comme une perte de biomasse (forêts) dans la section intitulée « Changement d'affectation des terres et foresterie ». Les autres gaz à effet de serre (méthane et oxyde nitreux) provenant de la combustion des biocombustibles sont déclarés dans la présente section.

Toutes les données sur l'utilisation des combustibles fossiles à des fins énergétiques dont on se sert pour estimer les émissions de la combustion sont extraites du *Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* (BTDEEC) publié par Statistique Canada. Ce rapport applique une méthode d'analyse ascendante pour estimer l'offre et la demande d'énergie au Canada. La production de combustibles au Canada équivaut à leur utilisation dans de grandes secteurs tels que les importations et exportations, la consommation des producteurs, le secteur privé, le secteur industriel, le secteur résidentiel, etc. Bien que le BTDEEC fournisse également des estimations sur l'utilisation des combustibles au niveau provincial, l'exactitude de ces données n'est pas aussi grande que celle des données nationales. Statistique Canada recueille généralement les données relatives aux combustibles pour le

BTDEEC en interrogeant les producteurs et les fournisseurs d'énergie¹. L'exactitude des données sur l'utilisation finale par secteur est moins grande que celle des données sur l'approvisionnement total en énergie. Par conséquent, les estimations du total des émissions pour le Canada sont plus certaines que celles des émissions ventilées par catégorie.

Statistique Canada a pris des mesures pour améliorer la qualité des données du BTDEEC en élargissant la portée de l'Enquête auprès des consommateurs industriels d'énergie (voir le point 2.1.1) et en approfondissant l'examen et l'analyse de l'information sur la consommation d'énergie contenue dans le rapport. En mai 1999, Statistique Canada a revu ses estimations pour la période allant de 1990 à 1997. L'ensemble de données mis à jour incorpore l'information de l'Enquête élargie auprès des consommateurs industriels d'énergie et propose des données plus fidèles et de meilleure qualité sur la consommation d'énergie tant au niveau sectoriel qu'au niveau de l'ensemble des industries. On s'attend à ce qu'une révision à la hausse des émissions provenant de la combustion résulte de ce nouvel ensemble de données; toutefois, les tendances générales ne seront pas modifiées de façon notable pour la plupart des secteurs et des provinces. Les estimations rectifiées de Statistique Canada seront incorporées au prochain inventaire publié par Environnement Canada.

2.1 Industries énergétiques

Tel qu'il apparaît à la Figure 2.1, les industries productrices d'énergie constituent, en importance, la deuxième source d'émissions provenant de l'utilisation de combustibles; elles représentent environ un quart des émissions nationales et un tiers des émissions du secteur de l'énergie. La catégorie comprend toutes les émissions de la combustion produite par les machines fixes utilisées pour produire et raffiner l'énergie (production d'électricité, production de pétrole et de gaz naturel, raffinage des produits pétroliers, etc.). En 1996, les émissions des industries productrices d'énergie étaient de 154 Mt d'équivalent CO₂, soit une augmentation de 9 p. 100 par rapport à 1990 (voir le Tableau 2.1-1). Ce sont les émissions de dioxyde de carbone qui prédominent dans ce secteur (voir le Tableau 2.1-2).

¹ Les producteurs et fournisseurs connaissent avec un degré élevé de précision le volume des combustibles vendus, mais ils sont beaucoup moins certains de l'identité des personnes qui s'approvisionnent et de la répartition géographique des lieux de combustion.

**TABEAU 2.1-1 — TENDANCES DES ÉMISSIONS
ATTRIBUABLES À LA COMBUSTION
DANS LES INDUSTRIES DE LA
PRODUCTION ET DE LA
TRANSFORMATION D'ÉNERGIE**

Sous-catégorie	GES éq. CO ₂ (Mt)						
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Production d'électricité et de vapeur	95,2	96,5	104	93,8	95,6	100	101
Raffinage du pétrole	17,2	17,1	17,1	17,1	16,5	16,4	17,0
Autres industries de production de combustibles fossiles	21,4	20,3	21,8	22,0	23,6	23,8	22,9
Exploitation minière	7,7	7,2	6,9	9,9	10,9	12,0	13,0
Total des industries productrices d'énergie	141	141	149	143	147	153	154

Les industries productrices d'énergie sont divisées en quatre sous-catégories : la production d'électricité et de vapeur, le raffinage du pétrole, les autres industries à base de combustibles fossiles et l'exploitation minière. Conformément aux pratiques de compte rendu du GIEC, seules les émissions provenant de l'utilisation de combustibles par des sources fixes sont indiquées ici. Toutes les sources mobiles sont incluses dans la catégorie des transports. Les émissions fugitives et les émissions résultant du torchage sont répertoriées dans la catégorie des industries productrices d'énergie, sous la rubrique « Émissions fugitives ».

Il est intéressant d'examiner la somme des émissions des équipements fixes et mobiles et du torchage dans la catégorie des industries productrices d'énergie. Ces émissions sont illustrées au Tableau 2.1-2. Si on y ajoute ces sources, le total des gaz à effet de serre augmente de 12 Mt d'équivalent CO₂. Pour une description de chacune de ces sous-catégories, veuillez consulter les sections appropriées ci-dessous.

2.1.1 Production d'électricité et de chaleur

Cette section étudie les émissions associées à la production d'électricité et à la production de vapeur à des fins commerciales. Lorsqu'il s'agit d'électricité produite par une turbine à vapeur, les deux (chaleur et électricité) peuvent être produites simultanément. On ne dispose malheureusement que de données

**TABEAU 2.1-2 ÉMISSIONS DES INDUSTRIES
PRODUCTRICES D'ÉNERGIE,
Y COMPRIS LE TORCHAGE
ET LES SOURCES MOBILES**

Mt éq. CO ₂					
		Combustion des équipements fixes		Sources mobiles et torçage	Total
Sous-catégorie de l'industrie	CO ₂	CH ₄ & N ₂ O	Sous-catégorie du GIEC Total	GHG	GHG
Production d'électricité et de vapeur	100	0.8	101	S/O	101
Raffinage du pétrole	17.0	0.0	17.0	N/E	17.0
Autres industries de production à base de combustibles fossiles	22.8	0.1	22.9	6.57 ⁽¹⁾	29.5
Exploitation minière	12.9	0.1	13.0	5.16 ⁽²⁾	18.2
Totaux	153	1.0	154	11.7	166

(1) Émissions provenant du torchage seulement.

(2) Émissions provenant de la combustion du diesel et de l'essence seulement.

S/O — Sans objet

N/E — Non estimé

statistiques limitées sur l'importance relative des usines de production mixte de chaleur et d'électricité, de sorte que ces deux catégories seront considérées comme distinctes.

Production d'électricité

Introduction

En 1996, sur les 556 TWh d'électricité produite, celle qui dérivait de la combustion thermique représentait 115 TWh, soit environ 21 p. 100 (Statistique Canada, publication 57-202). L'électricité d'origine hydraulique représentait environ 63 p. 100 de la production totale et l'électricité d'origine nucléaire, 16 p. 100. Bien qu'elles ne représentent qu'un dixième de 1 p.100 du total, les énergies éolienne et marémotrice contribuent également aux sources d'approvisionnement. Les éoliennes sont géographiquement dispersées dans tout le pays², mais une seule usine exploite l'énergie marémotrice : la Centrale d'Annapolis dans la baie de Fundy en Nouvelle-Écosse. L'électricité solaire est également utilisée au Canada, mais surtout dans des endroits isolés. Les panneaux solaires ne sont généralement pas branchés au réseau public d'approvisionnement électrique et on estime que la

2 Particulièrement dans l'Est et dans l'Ouest du Canada

TABLEAU 2.1.1-1 TENDANCES DES ÉMISSIONS DÉRIVÉES DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Année	Gaz à effet de serre Mt éq. CO ₂	Production d'électricité en TWh				Énergie de la combustion utilisée pour la production					Exportations nettes d'électricité TWh
		Services publics	Industriel	Total	Combustion totale	Total, PJ	Charbon	Pétrole	Gaz naturel	Autre	
1990	94,8	427	40,9	468	105 (22,4 %)	1 140	74,7 %	12,8 %	7,3 %	5,2 %	1
1991	96,2	452	41,3	493	107 (21,8 %)	1 210	78,4 %	10,5 %	6,2 %	4,9 %	18
1992	103	464	40,8	504	114 (22,7 %)	1 220	73,0 %	11,2 %	10,9 %	4,9 %	24
1993	93,3	472	43,7	516	107 (20,7 %)	1 170	71,7 %	8,7 %	13,5 %	6,1 %	27
1994	94,8	495	44,6	539	111 (20,6 %)	1 230	71,9 %	6,4 %	15,4 %	6,3 %	44
1995	99,2	497	45,4	543	118 (21,6 %)	1 270	70,7 %	7,3 %	15,4 %	6,6 %	38
1996	99,3	511	45,1	556	115 (20,7 %)	1 240	74,0 %	6,6 %	12,8 %	6,6 %	40

Les données sur les exportations nettes d'électricité sont tirées de Ressources naturelles Canada et Canadian Electricity Association, *L'énergie électrique au Canada* (annuel).

Toutes les autres données sur l'électricité sont extraites de la publication n° 57-202 de Statistique Canada : *Production, transport et distribution d'électricité*.

Les données sur l'énergie dérivée de la combustion proviennent de Statistique Canada, publications n°s 57-202 et 57-003 (*Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada - annuel*).

production totale dans ce secteur est de loin inférieure à celle tirée des énergies éolienne et marémotrice. Les systèmes de production nucléaire, hydraulique, éolien, solaire et marémoteur ne sont pas considérés comme des producteurs directs de gaz à effet de serre de sorte qu'il sera plutôt question ici de l'électricité produite à partir des combustibles fossiles.

Deux grands systèmes sont utilisés pour produire de l'énergie thermique : le générateur de vapeur et le moteur à combustion interne (turbine à gaz et moteur alternatif). Les chaudières dotées de turbine à vapeur fonctionnent principalement au charbon, au mazout lourd, au pétrole brut, au gaz naturel, au bois ou à la liqueur résiduaire des papetières. (La vapeur initiale peut être produite à l'aide de mazout léger, de gaz naturel, de kérosène ou de carburant diesel). Les moteurs alternatifs utilisent du pétrole léger, du gaz naturel, une combinaison des deux ou du carburant diesel; les turbines à gaz consomment du gaz naturel ou des produits pétroliers raffinés. Les émissions de gaz à effet de serre ont été estimées à partir des quantités de combustible fossile consommées et, jusqu'à un certain point, de la technologie utilisée pour produire l'électricité (voir la méthode d'estimation des combustibles à la page 9).

Émissions

Dans le secteur de la production d'électricité à partir des combustibles fossiles, le dioxyde de carbone représente plus de 98 p. 100 de toutes les émissions de gaz à effet de serre. Les tendances associées à l'électricité sont présentées au Tableau 2.1.1-1 et à la Figure 2.1.1-1. Entre 1990 et 1996, les émissions sont

passées de 94,8 Mt à 103 Mt en 1992, puis elles ont fluctué pour atteindre 99,3 Mt d'équivalent CO₂ en 1996. La croissance nette des émissions entre 1990 et 1996 a été d'environ 5 p. 100, tandis que la production canadienne d'électricité pendant la même période augmentait de 19 p. 100^{3,4}. En général, les émissions ont suivi les fluctuations du volume d'électricité dérivé de la combustion, mais un examen plus attentif révèle qu'il ne s'agit pas d'une relation linéaire.

Tendances des émissions provenant de la production d'électricité

La période intérimaire, de 1990 à 1996, se subdivise en deux phases distinctes. La première, qui va de 1990 à 1994, a été caractérisée par un accroissement rapide de la production d'électricité (15 %) sans augmentation parallèle de la production nette d'émissions. Pendant la deuxième période, qui va de 1994 à 1996, a émergé une tendance presque opposée : les émissions de gaz à effet de serre se sont accrues de 5 p. 100 tandis que la croissance de la production d'électricité au cours de ces deux ans n'a été que d'environ 3 p. 100.

Le fait que les émissions n'ont pas augmenté en dépit de la croissance de la production d'électricité pendant les quatre premières années est significatif, parti-

3 Statistique Canada, *Statistiques annuelles de l'énergie électrique*, publication n° 57-202.

4 Il est intéressant de noter que la consommation d'énergie électrique au Canada n'a augmenté que de 7 p. 100 pendant cette période. Pendant la même période, le reste de l'augmentation était attribuable aux exportations d'électricité rendues possibles par l'augmentation de la capacité de production et l'amélioration du transport en Ontario, au Québec et au Manitoba. Les exportations nettes vers les États-Unis sont passées de moins de 1 p. 100 en 1990, à 7 p. 100 en 1996. (Ressources naturelles Canada/AEC, annuel).

culièrement puisque la consommation d'électricité représente environ un quart de la consommation d'énergie secondaire au Canada. En 1994, 20,6 p. 100 de l'énergie électrique totale était fabriquée à partir de combustibles, soit presque 2 p. 100 de moins qu'en 1990 (Tableau 2.1.1-1). Ce recul explique la relative stabilité des émissions, mais il ne suffit toutefois pas à expliquer complètement le phénomène puisque la quantité réelle d'énergie produite à partir des combustibles fossiles a augmenté d'environ 6 TWh entre 1990 et 1994.

La tendance de la courbe d'intensité des émissions est illustrée à la Figure 2.1.1-1. Dans l'ensemble, les émissions de gaz à effet de serre par unité d'énergie électrique produite ont décliné au cours de la période initiale. L'intensité des gaz à effet de serre est passée d'environ 200 g par kWh en 1990, à juste un peu plus de 180 g en 1994.

L'apparition d'une tendance secondaire notable aide à comprendre le phénomène : l'intensité des émissions de gaz à effet de serre provenant de l'électricité générée par *combustion* est tombée de 900 g/kWh à environ 880 g/kWh. En 1994, elle était d'environ 20 g/kWh en-dessous du niveau de 1990. Ce recul peut être attribué au changement survenu dans les sources de production où on est passé du pétrole au gaz naturel. En 1990, 13 p. 100 de la production fondée sur la combustion était alimentée au diesel et 7 p. 100 au gaz naturel. En 1994, la contribution du gaz naturel s'était accrue de façon spectaculaire et représentait 15 p. 100 de l'énergie électrique produite par combustion; les sources pétrolières 6 p. 100 seulement. Généralement, les émissions de gaz à effet de serre des génératrices de courant électrique alimentées au gaz naturel sont inférieures à celles des génératrices alimentées au pétrole; par conséquent, le passage d'une source de combustible à l'autre a entraîné une réduction de l'intensité des émissions provenant de la combustion.

Intensité des émissions de gaz à effet de serre des centrales électriques canadiennes

L'utilisation du gaz naturel, au détriment du pétrole, pour produire de l'électricité semble être attribuable à un certain nombre de facteurs dont la disponibilité, la commodité, le prix, le niveau d'émission et le potentiel d'augmentation de l'efficacité. Les centrales électriques au gaz à double cycle et les installations modernes de cogénération industrielle offrent un rendement de conversion nettement amélioré et, par conséquent, une baisse des émissions par unité d'énergie produite. On constate par ailleurs que l'industrie électrique a tendance à favoriser la production d'électricité par les industries et les

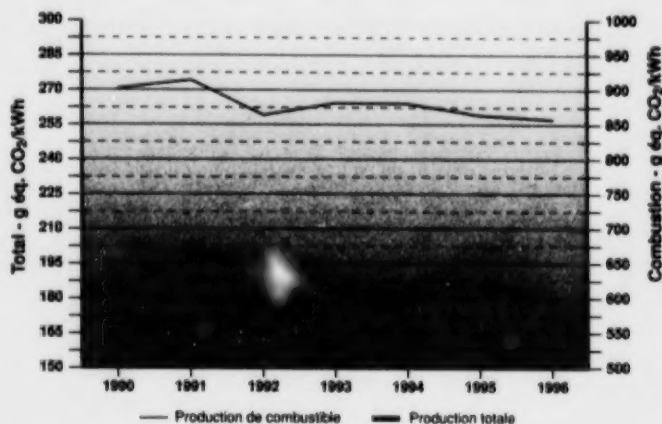


FIGURE 2.1.1-1
Intensité des émissions de gaz à effet de serre
des centrales électriques canadiennes

centrales indépendantes.⁵ Pour accroître sa capacité, ce sous-secteur a surtout eu recours récemment au gaz naturel, ce qui a encouragé la mise en marché des génératrices à gaz.

Entre 1994 et 1996, en dépit d'un ralentissement de la demande d'électricité, la production à base de combustibles s'est accrue, tout comme les émissions de gaz à effet de serre. La production de gaz à effet de serre provenant de la combustion, qui était de 111 TWh en 1994, a culminé à 118 TWh en 1995, pour se stabiliser à 115 TWh en 1996. Cette évolution s'est accompagnée d'un changement dans la répartition des sources de combustion; en 1996, l'utilisation du gaz naturel, qui était alors en pleine croissance, a vu sa part diminuer légèrement au profit du charbon. Les centrales alimentées au charbon semblent émettre plus de gaz à effet de serre que les installations au pétrole de sorte que l'on pourrait normalement s'attendre à ce que l'intensité des émissions ait considérablement augmenté. Cela ne semble toutefois pas avoir été le cas puisque les intensités liées à toutes les sources et à la combustion ont diminué une fois de plus (quoique légèrement) entre 1994 et 1996 (Figure 2.1.1-1). On peut vraisemblablement attribuer ce recul à l'augmentation de l'efficacité des méthodes de production. Les calculs fondés sur les données disponibles indiquent que le « rendement thermique »⁶ moyen de la combustion (en kJ par kWh de production d'électricité) a diminué d'environ 3 p. 100 durant ces deux ans.

⁵ Ressources naturelles Canada / CEA, annuel

⁶ Le « rendement thermique » est un indice d'efficacité des génératrices d'électricité thermiques.

En dépit de cette évolution relativement positive au cours de la période allant de 1990 à 1996, (l'augmentation de la part du gaz naturel dans la production d'électricité par combustion, et le déclin de l'intensité des émissions), les perspectives à long terme sont moins prometteuses. Depuis 1980, le volume d'électricité produit à partir du charbon s'est accru graduellement en raison du maintien des bas prix de l'énergie à base de charbon et de la disponibilité réduite des ressources hydrauliques bon marché. Comme on peut le constater au Tableau 2.1.1-1, le charbon alimente la plus grande partie de la production fondée sur la combustion. Entre 1980 et 1997, la quantité de charbon utilisée pour la production d'électricité a augmenté de 54 p. 100 alors que les émissions augmentaient d'environ 55 p. 100 dans le même secteur⁷. Entre 1990 et 1996, les émissions provenant de la production d'électricité à base de charbon ont augmenté d'environ 7 Mt d'équivalent CO₂.

En 1997, cette tendance s'est amplifiée davantage. Pour des motifs de sécurité, Hydro-Ontario a mis sur pied, au cours de la deuxième moitié de 1997, un programme d'arrêt et d'entretien visant un certain nombre de ses réacteurs nucléaires. Par suite de cette décision, on a dû faire appel, pour combler la pénurie d'énergie, à un renforcement de la production à base de combustibles fossiles, principalement à base de charbon. Selon les premières estimations, la mise hors service des réacteurs a entraîné la production d'environ 6 Mt d'équivalent CO₂ en 1997 seulement. Les répercussions de cette situation sur le niveau d'émission se sont encore amplifiées à partir de 1997, alors que d'autres réacteurs étaient mis au rencart et ne seront pas, dans le meilleur des cas, remis en service avant l'an 2000.

Il faut également souligner que Ressources naturelles Canada a prévu une augmentation des émissions de CO₂ dans le secteur de la production d'électricité à partir de l'an 2000. Même si on s'attend à ce que la production fondée sur la combustion devienne de plus en plus efficace, il est probable que les cas d'agrandissement des centrales hydrauliques deviendront de plus en plus rares et qu'il n'y aura aucune augmentation de la capacité des centrales nucléaires. La production d'électricité fondée sur la combustion verra donc, dans l'ensemble, sa part augmenter.

Certaines régions du Canada (généralement celles qui ne disposent guère de ressources hydrauliques) se fient davantage aux combustibles pour leur production d'électricité. Les émissions de gaz à effet de serre sont par conséquent plus élevées dans ces régions. La

Figure 2.1.1-, à la page suivante, décrit la variation provinciale des émissions par unité d'énergie électrique.

Production de vapeur

C'est sous cette rubrique que les émissions découlant de la production de vapeur à des fins commerciales sont déclarées. Les émissions de gaz à effet de serre découlant de cette activité ont été évaluées à 1,5 Mt d'équivalent CO₂ pour 1996, un volume considérablement plus élevé que la quantité rejetée en 1990, qui était de 0,4 Mt.

Catégorisation de la production d'électricité et de chaleur

Selon les lignes directrices du *Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat* (GIEC, 1997), la production d'électricité et de chaleur ne devrait comprendre que l'énergie produite par les services publics. Ainsi, les émissions résultant de la production industrielle devraient être déclarées dans les sections relatives à chacune des industries productrices d'énergie concernées (points 2.1.2, 2.1.3, 2.2). Malheureusement, les données qui permettent ce niveau de ventilation ne sont pas aisément accessibles, de sorte que les émissions associées à la production d'électricité et de vapeur ont été déclarées ici.

Il n'existe au Canada qu'un nombre très restreint de systèmes publics de production de chaleur et très peu d'information à leur sujet. Seule l'information sur les combustibles utilisés pour produire la vapeur destinée à la vente est facilement accessible. Par conséquent, les émissions provenant de cette activité ont été déclarées ici. On ne connaît pas avec certitude la proportion de cette vapeur vendue au public, pas plus que la quantité produite par les usines mixtes de production de chaleur et d'électricité.

2.1.2 Raffinage du pétrole

Les émissions provenant de la sous-catégorie du raffinage du pétrole étaient de 17 Mt d'équivalent CO₂ en 1996 et elles sont restées passablement stables depuis 1990. Pendant la même période, la production totale de produits pétroliers raffinés s'est accrue de 5 p. 100.

⁷ Consommation de charbon, selon Statistique Canada, *Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*. La croissance des émissions telle qu'elle est calculée ici est fondée sur la somme des données de production d'électricité et de vapeur. Toutefois, comme les émissions dans le secteur de la production électrique dépassent de façon marquée celles de la production de vapeur (plus de 50 fois), l'erreur introduite est minime.

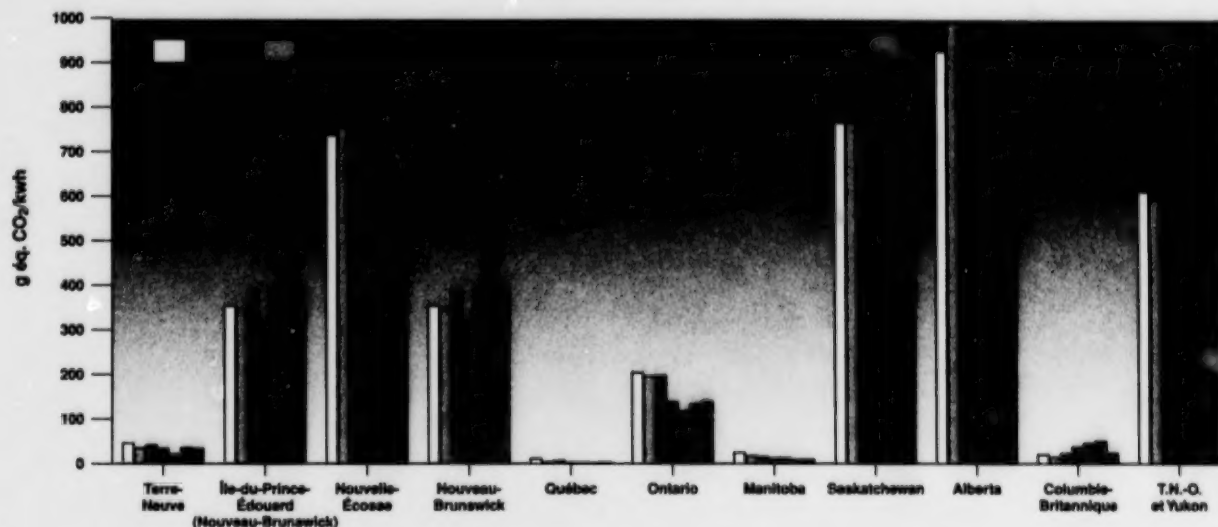


FIGURE 2.1.1-2

Intensité des émissions de gaz à effet de serre des centrales électriques, par province

*L'Île-du-Prince-Édouard (en raison de la faible efficacité de sa production de pétrole) ne produit même pas 10 % de l'électricité dont elle a besoin; le reste est importé du Nouveau-Brunswick. Comme la plus grande partie de l'énergie électrique de l'Î.-P.-É est importée, ce sont les intensités d'émission associées avec celles du Nouveau-Brunswick qui sont répertoriées ici.

Méthode

Le BTDEEC n'estime pas de manière explicite la consommation de combustibles de l'industrie de raffinage du pétrole. Ici, la consommation a été estimée en additionnant la consommation de produits pétroliers raffinés par le producteur et les combustibles explicitement déclarés qui sont utilisés par l'industrie du raffinage du pétrole (CTI 3611). Selon les lignes directrices du GIEC, les émissions provenant du torchage ou de l'échappement des gaz de combustion pendant le raffinage, devraient être déclarées sous la rubrique « Émissions fugitives ». Néanmoins, elles n'ont pas été estimées à cause d'un manque de données. Les émissions associées à la production de l'hydrogène utilisé pendant le raffinage seront traitées au chapitre des procédés industriels.

Le BTDEEC n'établit aucune différence entre le coke du craqueur catalytique et le coke bitumineux provenant des fours, même si ces deux produits résultent de procédés passablement différents. On présume que le coke bitumineux utilisé par les raffineries est produit dans un craqueur catalytique dans une proportion de 40 p. 100.

2.1.3 Autres industries et exploitations minières utilisant des combustibles fossiles

Les émissions des autres industries et exploitations minières utilisant des combustibles fossiles avaient atteint 35,9 Mt d'équivalent CO₂ en 1996 après avoir connu une croissance de 24 p. 100 depuis 1990. Les tendances des émissions dans ces deux sous-catégories devraient être étudiées de concert, parce qu'elles ne sont pas exemptes de chevauchement. Combinées, elles représentent le secteur amont de l'industrie du pétrole et du gaz (à l'exclusion des réseaux de transport) ainsi que le secteur minier.

Méthode

Les données relatives à l'utilisation des combustibles figurant dans le BTDEEC combinent les combustibles achetés consommés dans le cadre des activités d'extraction minière et de production de pétrole et de gaz naturel, sous la rubrique passe-partout « Exploitation minière », alors que les combustibles consommés par le producteur (produits et utilisés par lui) dans le secteur amont de l'industrie pétrolière et gazière seront déclarés séparément sous la rubrique « Consommation du producteur », même s'ils sont consommés dans le même établissement.

La catégorie « Autres industries et exploitations minières utilisant des combustibles fossiles » comprend toutes les émissions résultant de l'utilisation de combustibles par le producteur, à l'exception des produits pétroliers raffinés qui sont déclarés sous la rubrique « Raffinage du pétrole ». La catégorie des exploitations minières inclut les émissions résultant de l'utilisation des combustibles figurant, dans le BTDEEC, sous la rubrique « Exploitation minière » (laquelle inclut le gaz et le pétrole produits en amont de même que le minerai métallifère et non métallifère extrait).

Les données du BTDEEC qui portent sur l'utilisation des combustibles consommés par le producteur comprennent le gaz naturel brûlé à la torche dans le secteur amont de l'industrie du gaz et du pétrole. Pour éviter toute redondance, les émissions du torchage qui sont estimées sous la rubrique des émissions fugitives seront soustraites du total calculé pour les « Autres industries utilisant des combustibles fossiles ».

La tendance à la décroissance des émissions qui se manifeste depuis 1995 dans les « Autres industries utilisant des combustibles fossiles » n'est pas concluante puisque les données sur l'utilisation du gaz naturel provenant du BTDEEC sont sujettes à caution.

**TABEAU 2.2-1 ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE (Mt eq. CO₂)
SELON LE CLASSEMENT DU GIEC**

Industrie	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Pâtes et papier et scieries	11,7	11,9	11,4	11,1	11,4	11,0	11,0
Sidérurgie	6,7	6,5	6,7	6,6	6,6	6,4	7,3
Fonte et raffinage	3,5	2,9	3,1	3,1	3,0	2,9	3,6
Ciment	3,8	3,4	2,9	2,8	3,1	3,7	3,6
Produits chimiques	6,3	6,3	6,1	6,5	7,7	7,4	7,0
Autres industries manufacturières	22,4	20,2	20,2	19,3	18,7	22,4	20,9
Total des industries manufacturières	54,4	51,1	50,4	49,3	50,5	53,8	53,3
Construction	0,7	0,8	0,8	0,5	0,4	0,7	1,1

2.2 Secteur manufacturier et construction

Les émissions de 1996, dans la catégorie des industries manufacturières, figurent au Tableau 2.2-1. Les émissions de gaz à effet de serre découlant de la consommation d'énergie dans le secteur manufacturier

étaient de 53,3 Mt d'équivalent CO₂ et se situaient, en 1996, à un niveau légèrement plus élevé qu'en 1990, en dépit de l'augmentation de la production économique. Les émissions ont décliné de 1990 à 1993, un recul qui reflète la récession de l'activité économique pendant cette période.

Comme on peut le constater à la lecture du Tableau 2.2-2, les émissions sont principalement des dioxydes de carbone provenant de sources fixes. Les émissions provenant de la combustion du diesel et de l'essence sont des sources mineures dans le secteur manufacturier. Depuis que ces données figurent dans la catégorie des transports, elles ne font plus partie des totaux du GIEC, mais elles sont fournies ici à titre indicatif.

TABEAU 2.2-2 ÉMISSIONS DE LA CATÉGORIE DES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES ET DE LA CONSTRUCTION EN 1996 (Mt)

Industrie	Sources fixes (classement du GIEC)			mobiles ⁽¹⁾	Total
	Utilisation de combustibles CO ₂	Utilisation de combustibles CH ₄ & N ₂ O (eq. CO ₂)	Total des sources fixes de GES (eq. CO ₂)	GES eq. CO ₂	GES eq. CO ₂
Pâtes et papier et scieries	10,8	0,2	11,0	0,4	11,4
Sidérurgie	7,1	0,2	7,3	0,1	7,4
Fonte et raffinage	3,6	0,0	3,6	0,1	3,6
Ciment	3,6	0,0	3,6	0,0	3,6
Produits chimiques	7,0	0,0	7,0	0,0	7,1
Autres industries manufacturières	20,8	0,1	20,9	1,1	22,0
Total des industries manufacturières	52,8	0,5	53,3	1,8	55,1
Construction	1,1	0,0	1,1	2,1	3,2

(1) Les sources mobiles comprennent le carburant diesel, l'essence et le carburant pour avions vendus aux industries.

Méthode

Les données sur la consommation de combustibles et carburants sont extraites du BTDEEC. Les émissions des combustibles et carburants consommés pour le transport (p. ex., le diesel) et les procédés industriels (p. ex., le coke métallurgique) ne sont pas incluses et ont été renvoyées dans la catégorie des transports ou des procédés industriels, respectivement. Sont également exclues les émissions provenant de l'utilisation de combustibles pour la production d'électricité

ou de vapeur destinée à la vente. Ces émissions ont été réallouées à la catégorie des industries productrices d'énergie. Cette pratique est contraire aux lignes directrices du GIEC qui indiquent que les émissions associées à la production industrielle de chaleur ou d'électricité devraient être incluses dans les sous-catégories industrielles ou commerciales des industries concernées. Il n'est pas possible actuellement de rattacher les émissions provenant de la production industrielle d'électricité aux catégories industrielles correspondantes puisque les données sur l'utilisation des combustibles ne sont pas accessibles à ce niveau de détail dans le BTDEEC.

Les émissions de méthane et d'oxyde nitreux provenant de la combustion de la biomasse sont incluses dans les totaux de la combustion des sources fixes. La méthode d'estimation est discutée en détail à l'Annexe B.

Les sous-catégories industrielles sont définies comme suit selon la Classification type des industries (CTI 1980) : Pâtes et papier et scieries, CTI 2512 et 271; Sidérurgie, CTI 291; Fonte et raffinage, CTI 295; Ciment, CTI 352; Produits chimiques, CTI 371 et 3721. Les Autres manufactures ont les codes CTI 10 à 39 et la Construction, les codes CTI 401 à 429.

2.2.1 Enquête auprès des consommateurs industriels d'énergie

Les données du BTDEEC sur la consommation énergétique ne sont disponibles que pour les grands secteurs d'utilisation des combustibles et carburants et leur exactitude diminue au fur et à mesure de leur ventilation en sous-catégories. C'est en s'efforçant de relever le niveau de détail et d'augmenter l'exactitude des données relatives à la consommation d'énergie et aux émissions déclarées pour les diverses sous-catégories industrielles que Statistique Canada, depuis 1995, recueille des statistiques sur la consommation énergétique auprès des utilisateurs finals dans le cadre d'une Enquête auprès des consommateurs industriels d'énergie (ECIE). L'ECIE utilise une stratégie ascendante pour estimer la quantité de combustible consommée par l'industrie, contrairement à l'approche descendante dont fait usage le BTDEEC, et il présente par conséquent des données sectorielles plus exactes. L'ECIE est également utilisée comme source de données pour les secteurs industriels du BTDEEC. L'enquête a été conçue pour estimer l'utilisation des combustibles à l'échelle nationale. Les émissions pour l'ensemble du secteur manufacturier figurant à l'ECIE ne correspondent pas exactement au

secteur manufacturier du BTDEEC en raison des différences dans les méthodes statistiques utilisées pour y parvenir. Toutefois, ces différences sont minimes. Les données extraites du BTDEEC sont utilisées comme base pour l'inventaire national puisqu'il s'agit d'un ensemble homogène de données pour la période allant de 1990 à 1996. Cependant, l'ECIE peut être utilisée pour élaborer des estimations d'émissions par sous-catégorie industrielle pour la période qui débute en 1995.

Le Tableau 2.2.1-1 fournit, à partir des données de l'ECIE, une description détaillée des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'énergie qui proviennent de l'utilisation des combustibles fossiles dans le secteur manufacturier. Malheureusement, ce niveau de détail n'est pas accessible pour la période qui va de 1990 à 1994.

TABLEAU 2.2.1-1 ÉMISSIONS PROVENANT DE L'UTILISATION DES COMBUSTIBLES FONDEES SUR LES DONNEES RELATIVES A LA CONSOMMATION ÉNERGETIQUE DE L'ECIE (kt eq. CO₂)

CTI (1980)	1995	1996
10 Industries des aliments	3 260	3 300
11 Industries des boissons	477	520
12 Industries du tabac	30	28
15 Industries des produits en caoutchouc	333	398
16 Industries des produits en matière plastique	323	284
17 Industries du cuir et des produits connexes	29	31
18 Industries textiles de première transformation	641	646
19 Industries des produits textiles	355	347
24 Industries de l'habillement	151	153
25 Industries du bois	1 970	1 770
26 Industries du meuble et des articles d'ameublement	196	201
27 Industries du papier et produits connexes	12 900	13 400
28 Imprimerie, édition et industries connexes	275	241
29 Industries de première transformation des métaux	11 500	12 100
30 Industr. de la fabric. de prod. métalliques (sauf machinerie et matériel de transport)	1 430	1 340
31 Industries de la machinerie (sauf électrique)	420	446
32 Industries du matériel de transport	2 050	2 250
33 Industries des produits électriques et électroniques	382	363
35 Industries des produits minéraux non métalliques	6 570	6 580
36* Industries des produits raffinés du pétrole et du charbon	16 200	17 300
37 Industries chimiques	9 280	9 110
39 Autres industries manufacturières	199	208
Total des industries manufacturières CTI 10 à 39 (sauf 36)**	53 500	53 700
Total des industries manufacturières et du raffinage (CTI 10 à 39)	69 000	71 000

* La catégorie CTI 36 n'est pas comprise dans le total des industries manufacturières du GIEC.

** Le total ne correspond pas exactement à la somme des industries manufacturières de l'inventaire national étant donné les différences statistiques dans les données relatives à l'utilisation des combustibles.

2.2.2 Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne

Créé en 1975, le Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne (PEEIC) avait pour objet de suivre la progression de l'efficacité énergétique au sein de l'industrie canadienne. En 1992, dans le cadre des efforts déployés par le Canada pour stabiliser les émissions de gaz à effet de serre, le programme a commencé à suivre de près les émissions de dioxyde de carbone attribuables au secteur de l'énergie. Par la suite, Environnement Canada a été invité à fournir une estimation des émissions en vue d'éviter toute incompatibilité avec l'inventaire national. La principale différence entre la définition de l'industrie du GIEC et la définition du PEEIC tient à l'allocation des émissions. Le PEEIC inclut les émissions de gaz à effet de serre des carburants destinés au transport et celles de certaines industries productrices d'énergie.

Les émissions de l'industrie, telles que définies dans le cadre du PEEIC se sont accrues de 8 p. 100 entre 1990 et 1996. La plus grande partie de cette augmentation se situe dans le domaine de l'exploitation minière en raison de la production accrue de pétrole lourd et de pétrole brut synthétique.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre, dans le cadre du PEEIC, a été effectué à partir de données statistiques sur l'utilisation des combustibles

obtenues dans le BTDEEC. Ces données n'ont fait l'objet d'aucune réallocation ni d'aucun rajustement, de sorte qu'elles correspondent exactement aux secteurs du BTDEEC.

2.3 Transport

Aperçu

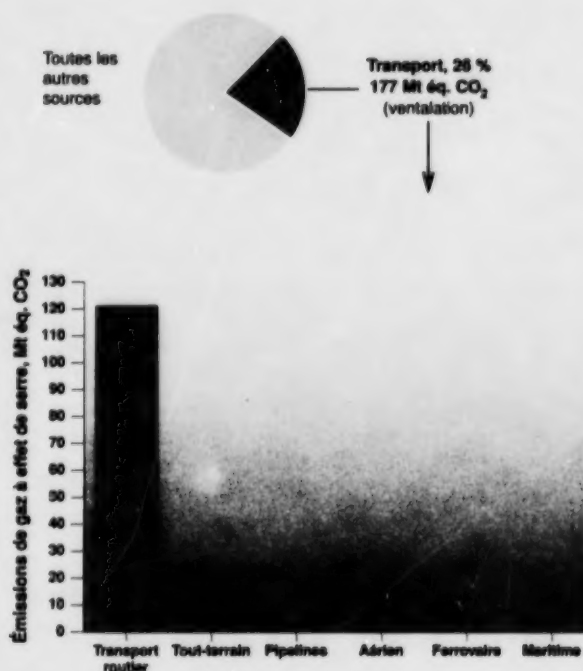


FIGURE 2.3-1
Sources des gaz à effet de serre dans la catégorie des transports

La catégorie des transports avait à son actif 26 p. 100 des émissions de gaz à effet de serre produites au Canada en 1996. Le secteur n'est pas seulement l'une des sources les plus importantes d'émissions; il a en outre contribué à 37 p. 100 de leur croissance au Canada entre 1990 et 1997 – une contribution qui ne cède le pas qu'aux industries du secteur de l'énergie. Après l'important déclin des années 80, causé par une amélioration rapide de l'efficacité des véhicules routiers et par une réduction de la puissance des moteurs⁸, les émissions du secteur des transports ont

TABLEAU 2.2.1 – ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE CARBONE LIÉES À L'ÉNERGIE POUR LES INDUSTRIES DU PEEIC (Mt eq. CO₂)

Secteur économique*	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Exploitation minière	10,4	10,3	9,7	13,1	14,3	15,7	18,2
Pâtes et papier et scieries	12,5	12,6	11,8	11,5	11,7	11,4	11,4
Sidérurgie	6,8	6,6	6,8	6,7	6,7	6,5	7,4
Fonte et raffinage	3,5	2,9	3,2	3,1	3,0	3,0	3,6
Ciment	3,9	3,4	2,9	2,8	3,1	3,7	3,6
Raffinage du pétrole	17,2	17,1	17,1	17,1	16,5	16,4	17,0
Produits chimiques	6,3	6,3	6,1	6,5	7,7	7,4	7,1
Autres indust. manufacturières	23,4	21,0	21,1	20,0	19,6	23,4	22,0
Total	83,9	80,1	78,7	80,8	82,7	87,5	90,3

* Les secteurs économiques sont définis dans le BTDEEC.

8 Pour de plus amples renseignements voir Ressources naturelles Canada, *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 1996*.

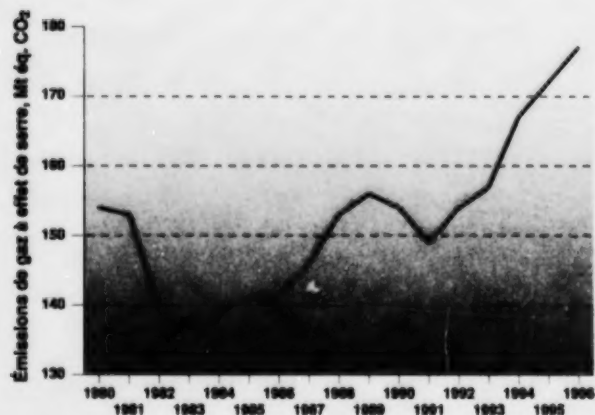


FIGURE 2.3-2

Tendances des émissions dans le secteur des transports

piétiné pendant un certain temps pour s'accroître ensuite rapidement au cours des années 90 (Figure 2.3-2). En 1990, on estime que le secteur des transports a émis 154 Mt d'équivalent CO₂ de gaz à effet de serre; en 1996, ce volume avait augmenté de 15 p. 100 pour atteindre 177 Mt, puis de 19 p. 100 en 1997, soit 184 Mt.

Cette catégorie peut être scindée en six sous-catégories distinctes : le transport routier, aérien, maritime et ferroviaire, le transport tout terrain (terrestre et non ferroviaire) et le transport par pipeline. Seule la catégorie pipeline (servant au transport du pétrole et du gaz) représente un mode de transport qui ne fait pas appel à un véhicule. La sous-catégorie qui domine de loin est le transport routier qui, avec 121 Mt d'équivalent CO₂ représentait 68 p. 100 de toutes les émissions du secteur des transports en 1996. C'est également le secteur routier qui semble avoir engendré la plus forte proportion de la croissance des émissions dues au transport. Il est cependant intéressant de ventiler le secteur des transports par mode, ce qui subdivise la sous-catégorie du transport routier et délimite la croissance avec plus de précision.

Sur l'augmentation globale de 23 Mt d'équivalent CO₂ qu'ont connue les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports entre 1990 et 1996, ce sont les véhicules utilitaires lourds qui ont eu la plus forte contribution : 42 p. 100. Vient ensuite le transport par pipeline qui a contribué à 24 p. 100 de la croissance, les véhicules utilitaires légers à 21 p. 100, l'équipement tout terrain (non ferroviaire) à 13 p. 100

et enfin, l'aviation, avec une contribution de 6 p. 100. Les autres modes de transport (bateau, train et motocyclette) ont connu un déclin qui a réduit de 6 p. 100 l'augmentation des émissions durant cette période.

La fluctuation des tendances dans le transport des marchandises a entraîné une forte croissance des émissions de gaz à effet de serre produites par les véhicules lourds, soit 9.5 Mt d'équivalent CO₂, entre 1990 et 1996. L'industrie du camionnage a continué à s'accaparer d'une part toujours croissante du marché du transport des marchandises aux dépens des deux autres principaux modes de transport (ferroviaire et maritime). Cette tendance est constante depuis les années 80, mais elle a explosé entre 1992 et 1996, lorsque le transport intérieur des marchandises dans le secteur du camionnage pour compte d'autrui, calculé en tonnes par kilomètre, est passé de 17 à 24 p. 100 (voir le Tableau 2.3-1).

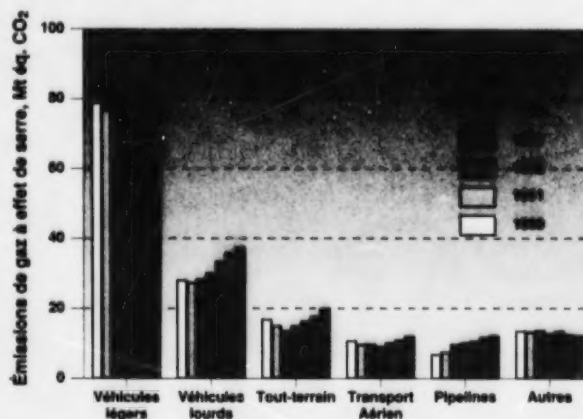


FIGURE 2.3-3

Tendances des émissions par mode de transport

La modification des règlements régissant le transport vers la fin des années 80 et la réduction des subventions fédérales octroyées au réseau ferroviaire ont contribué à ce changement de tendance, mais le facteur essentiel est le revenu. En 1995, les grandes firmes de camionnage offrant des services pour compte d'autrui ont enregistré des recettes de 12,1 milliards de dollars (CAN). Au cours de la même année, l'industrie du transport ferroviaire avait un chiffre d'affaires de 6,4 milliards de dollars pour un nombre d'expéditions considérablement plus élevé⁹. Malheureusement, l'efficacité énergétique du mode de transport par route est infiniment moindre. Même si elle n'a représenté, en

9 Statistique Canada, *Annuaire du Canada*, 1999 (p. 413-429)

TABLEAU 2.3-1 TENDANCES DANS LE SECTEUR
DU TRANSPORT DES MARCHANDISES

Année	Tonnes-kilomètres (milliards)				Total
	Ferroviaire	Maritime	Camionnage (Pour compte d'autrui)	Aérien	
1990	178,9	53,7	54,7	0,5	287,8
1991	188,3	58,1	47,7	0,4	294,5
1992	177,4	48,1	47,8	0,4	273,7
1993	174,1	42,3	52,0	0,5	268,9
1994	193,2	42,5	60,1	0,4	296,3
1995	181,6	42,5	65,8	0,5	290,4
1996	180,0	40,2	71,5	0,6	292,3

Ferroviaire : Classe I

Camionnage : Classes I et II (modification des seuils en 1988 et 1990).

Aérien : Services réguliers des transporteurs aériens canadiens, niveaux I à IV (en 1995 : niveaux I à III seulement).

Sources : Statistique Canada, publications n^{os} 52-216, 53-222 et 54-205.

1996, que 24 p. 100 de l'activité des transports évaluée en tonnes par kilomètre, l'industrie du camionnage est responsable de plus de 70 p. 100 de la consommation d'énergie du transport des marchandises¹⁰, ce qui représente une intensité énergétique de presque trois fois la moyenne. Le changement de mode de transport au profit du camionnage a donc entraîné une augmentation significative des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur du transport des marchandises.

Les émissions de gaz à effet de serre des véhicules utilitaires légers, qui ont augmenté de 4,9 Mt d'équivalent CO₂ entre 1990 et 1996, sont révélatrices quand on les examine à la lumière des tendances qui se sont manifestées dans le transport des passagers durant la même période. Bien que les données de 1996 ne soient pas encore disponibles, on sait qu'en 1995, les gens utilisaient des véhicules légers dans une proportion significativement plus élevée qu'ils ne le faisaient avant 1990. Selon Transports Canada, le nombre de kilomètres par passager enregistrés par véhicule privé s'est accru d'environ 10 p. 100 au cours de ces cinq ans (Tableau 2.3-2)¹¹. Si on compare les modes de transport par route, par air et par rail, il est clair que la grande majorité du transport des passagers (environ 80 % de l'activité) s'effectue au moyen de voitures et de camions légers au Canada. Par conséquent, toute augmentation du transport des passagers dans des véhicules légers engendrerait une augmentation significative de l'activité totale et, en même temps, des émissions de gaz à effet de serre.

TABLEAU 2.3-2 TENDANCES DANS LE SECTEUR
DU TRANSPORT DES PASSAGERS

Année	Voyageurs-kilomètres (milliards)		
	Ferroviaire ⁽¹⁾	Aérien ⁽²⁾	Véhicules privés (Voitures et camions légers) ⁽³⁾
1990	1,39	66,8	433,7
1991	1,43	58,1	435,8
1992	1,44	62,2	449,1
1993	1,41	60,8	460,1
1994	1,44	65,7	482,5
1995	1,47	73,5	480,8
1996	1,52	80,1	Pas encore disponible

Sources : (1) Statistique Canada, publication no 52-216, annuelle.

(2) Statistique Canada, publication no 51-206 XPB (transporteurs des niveaux I à III).

(3) Rapport annuel 1996, Transports Canada, 1997, section 10.

La variation de la composition du parc automobile au Canada constitue une source de préoccupations encore plus grande : la part des camions légers s'est accrue de manière significative aux dépens des automobiles. Entre 1990 et 1996, le nombre de camions légers sur la route a augmenté de 34 p. 100, alors que le nombre des automobiles diminuait d'environ 4 p. 100¹². Cela reflète la préférence des consommateurs pour les véhicules sportifs utilitaires, les minibus et les camions légers, véhicules dont l'efficacité énergétique est inférieure et les émissions par kilomètre plus élevées que celles des automobiles. Cela amplifie les effets de l'augmentation de l'utilisation des véhicules légers. Ainsi, alors que les émissions de gaz à effet de serre des automobiles diminuaient de 2,9 Mt, celles des camions légers augmentaient de 7,8 Mt d'équivalent CO₂ durant la même période.

Le transport aérien des passagers s'est accru de presque 20 p. 100 entre 1990 et 1996. Il s'agit d'une augmentation importante, mais comme l'augmentation de 13 milliards de passagers-kilomètres ne représentait qu'une fraction de l'augmentation de l'activité des véhicules légers, l'accroissement des émissions de 1,4 Mt d'équivalent CO₂ représentait moins de 30 p. 100 de l'augmentation provenant des véhicules légers (voir le Tableau 2.3-2 et la Figure 2.3-3).

10 Ressources naturelles Canada, Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 1996.

11 Ressources naturelles Canada estime que l'augmentation du nombre de kilomètres par passager des véhicules légers a été de 20 p. 100 entre 1990 et 1996. Voir Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 1996.

12 Données extraites du Modèle des émissions mobiles de gaz à effet de serre (MEMGES). Pour d'autres sources, voir la méthode employée dans le secteur des transports, Annexe B.

Bien que l'activité du transport ferroviaire des passagers ait augmenté, cette augmentation, par rapport aux autres modes de transport, n'a eu qu'une incidence très minime sur les tendances des émissions – la plus grande partie des carburants destinés au transport ferroviaire est consommée pour le transport des marchandises.

Il est intéressant de comparer l'intensité des émissions de gaz à effet de serre des divers systèmes de transport. Bien qu'il se soit avéré impossible d'isoler la portion des émissions du secteur ferroviaire, on a pu établir une comparaison entre les véhicules routiers légers et le transport aérien, tous deux étant utilisés principalement pour le transport des passagers. En utilisant les activités de 1995 extraites du Tableau 2.3-2 et les émissions de l'inventaire national, on a établi que les véhicules légers privés ont, au Canada, une intensité moyenne d'émission de gaz à effet de serre d'environ 170 g par personne-kilomètre, alors que le transport aérien en émet 150 g.

Il convient de souligner que ces chiffres sont fondés sur deux hypothèses : la première étant que pratiquement toutes les activités de transport des aéronefs et des véhicules légers ont pour but de transporter des passagers et la deuxième, que la grande majorité des véhicules légers appartiennent à des particuliers. Une étude de certains ouvrages récents abordant la question du transport routier par voiture et camion léger¹³ renforce la validité de ces hypothèses pour les véhicules légers. Grâce à une étude des statistiques sur le trafic aérien, on peut constater que les transporteurs aériens primaires affichaient un ratio de 27,7 kg-km de marchandises transportées par passager-kilomètre en 1995 – une preuve patente que la quasi totalité du poids transporté consistait en passagers avec leurs bagages personnels. En conclusion, on peut avancer que les véhicules routiers et les aéronefs ont des effets comparables sur l'environnement, du moins en ce qui a trait à l'intensité des émissions de gaz à effet de serre.

Les pipelines – ou oléoducs – sont utilisés pour transporter de grandes quantités de combustibles fossiles sous forme de pétrole et de gaz, principalement de l'Ouest vers l'Est du Canada et vers les États-Unis. La vogue croissante des pipelines pour le transport du pétrole – les volumes de pétrole brut et de produits raffinés transportés par pipeline ont augmenté de plus de 30 % entre 1990 et 1996¹⁴ – et la hausse des exportations de gaz naturel, qui ont doublé pendant la même période¹⁵, ont causé cette tendance. Cela a provoqué une augmentation des émissions de

gaz à effet de serre de 5,5 Mt d'équivalent CO₂ dans le secteur du transport par pipeline (principalement en raison de l'utilisation des compresseurs).

Le transport tout terrain (terrestre, non ferroviaire) a également contribué de façon notable à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre dans la catégorie des transports. De telles émissions proviennent à la fois de l'essence et du mazout, bien que la source principale soit attribuée à l'équipement fonctionnant au diesel, depuis les tracteurs jusqu'aux débusqueuses de billes de bois, en passant par les véhicules servant à la construction et à l'exploitation des mines. La plupart des augmentations d'émissions semblent être liées à l'énorme consommation de diesel par le secteur industriel (qui a augmenté d'environ 25 % entre 1990 et 1996). Les industries minières et de la construction, qui se servent d'un nombre important de véhicules tout-terrain lourds, sont les plus grandes consommatrices de mazout du groupe.

Notes sur la méthode d'estimation

La méthode employée pour évaluer les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports suit une procédure détaillée de niveau 3 illustrée dans les lignes directrices du GIEC (GIEC, 1997). Les méthodes pour les autres sous-catégories du transport sont généralement plus proches des méthodes de niveau 1. Les catégories suivent les procédures de compte rendu du GIEC. En vue de tenir compte des détails et des subtilités requises pour déterminer les émissions de méthane et d'oxyde nitreux et de ventiler toutes les émissions par type de véhicule, un modèle de tableur électronique a été élaboré. Ce tableur est connu sous le nom de Modèle des émissions mobiles de gaz à effet de serre ou MEMGES, et l'inventaire des émissions du secteur des transports canadiens est fondé sur ce modèle. Le modèle estime les émissions de toutes les sources mobiles, mais il a été conçu principalement pour évaluer avec plus de précision les gaz émanant du parc automobile complexe du pays. Les coefficients d'émission utilisés par le modèle ont été extraits de nombreuses sources (voir Annexe C), mais l'accent a été mis sur la recherche nord-américaine et les études canadiennes ont été exploitées lorsque cela s'est avéré possible.

13 Par exemple : Ressources naturelles, *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 1996*, Transports Canada (1997, 1998).

14 Statistique Canada, *Transport du pétrole brut et des produits pétroliers raffinés par oléoduc*, publication n° 55-201.

15 Statistique Canada, *Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, publication n° 57-003.

Le MEMGES a été complètement mis à jour. On y a incorporé les plus récentes recherches canadiennes, américaines et internationales sur les émissions d'oxyde nitreux et de méthane en plus d'y incorporer des données plus exactes sur les parcs de véhicules. L'annexe B présente une description de la méthode utilisée dans les transports et du modèle MEMGES, et fournit des détails sur les plus récents développements dans ce domaine.

2.3.1 Transport aérien

Les émissions provenant du transport aérien intérieur sont restées relativement stables entre 1990 et 1994, mais elles ont augmenté rapidement à partir de 1995. En 1996, les émissions totales de gaz à effet de serre avaient augmenté de 1,4 Mt d'équivalent CO₂ – soit environ 13 p. 100 par rapport à 1990. Cela semble avoir suivi la tendance de l'activité du transport aérien (Tableau 2.3.1-1). En 1990, les principaux transporteurs aériens ont transporté 66,8 milliards de passagers-kilomètre, un volume qui avait atteint 80,1 milliards en 1996. Cette tendance semble s'être poursuivie sans fléchissement en 1997. Pour cette année, les données de l'inventaire indiquent des émissions de 13 Mt en provenance de l'aviation civile – une croissance de 22 p. 100 par rapport à 1990.

Depuis que l'accord sur l'ouverture des espaces aériens a été signé avec les États-Unis en 1995 (un accord qui a élargi l'accès à toutes les destinations), le nombre des vols transfrontaliers des lignes aériennes canadiennes s'est accru de manière substantielle et la

concurrence entre les principaux transporteurs s'est amplifiée (Statistique Canada, *Annuaire du Canada* 1999). Coïncidant avec cette évolution du marché, le prix des billets a baissé et de nouveaux services intérieurs ont commencé à être offerts par les transporteurs à des prix avantageux. Il en a résulté une politique de prix concurrentielle avec d'autres modes de transport, qui a permis aux lignes aériennes de s'approprier une plus grande part du marché du transport des passagers. Les émissions de gaz à effet de serre dans la catégorie du transport aérien se sont accrues proportionnellement.

Classement et méthodologie

Toutes les émissions du transport aérien intérieur (commercial, privé, agricole, etc.) sont déclarées ici. Sont exclues du présent inventaire, les émissions du carburant utilisé dans les aéroports pour le transport terrestre (qui sont déclarés dans la catégorie du transport tout terrain ou dans les tableaux sectoriels du GIEC sous la rubrique « Autres moyens de transport »), de même que le carburant utilisé dans les applications de combustion fixe aux aéroports. Les émissions produites à partir du carburant vendu aux lignes aériennes étrangères doivent être déclarées dans la catégorie des « Soutes internationales ». Ces émissions ne font pas partie de l'inventaire, mais elles sont signalées sous la rubrique « Poste pour mémoire » dans les tableaux du GIEC (voir par exemple l'Annexe E). Bien que les lignes directrices du GIEC exigent que les émissions du transport aérien militaire soient déclarées ailleurs, elles ont été incluses dans la sous-catégorie du transport aérien (2.3.1) par souci d'exhaustivité.

Les méthodes d'estimation sont conformes ici à une approche sectorielle de niveau 1 modifiée du GIEC, dans le cadre de laquelle les émissions sont fondées sur les quantités de carburant pour aéronef consommées (pour une description détaillée, voir l'Annexe B).

2.3.2 Transport routier

En 1996, le secteur des transports routiers représentait plus des deux tiers des émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports. Avec 121 Mt d'équivalent CO₂, ces émissions étaient de 14 p. 100 supérieures au niveau de 1990. Le secteur des transports routiers se subdivise en quatre sous-catégories : automobiles, camions légers, véhicules lourds (camions et autobus) et motocyclettes. Les véhicules légers qui comprennent les automobiles et les camions légers sont responsables de près des trois quarts de toutes

TABLEAU 2.3.1-1 TENDANCES DES ÉMISSIONS
ET TRANSPORT DES PASSAGERS
DANS LE SECTEUR DU
TRANSPORT AÉRIEN

Année	Total des gaz à effet de serre Mt éq. CO ₂	Voyageurs-kilomètres milliards
1990	10,6	66,8
1991	9,6	58,1
1992	9,7	62,2
1993	9,0	60,8
1994	10,1	65,7
1995	10,9	73,5
1996	12,0	80,1

Source : Voyageurs-kilomètres : Statistique Canada, publication n° 51-206
XPB (données pour les transporteurs des niveaux I à III).

TABLEAU 2.3.2-1

DETAILS DES ÉMISSIONS DES VÉHICULES ROUTIERS AU CANADA EN 1996

						Émissions				
		Nombre de véhicules par catégorie	Taux pondéré de consommation de carburant l/100 km	Distance moyenne parcourue km	Consommation totale de carburant MI	CO ₂ MI	CH ₄ éq. CO ₂ MI	N ₂ O éq. CO ₂ MI	Total des GES éq. CO ₂ MI	
Sources de consommation d'essence										
Automobiles légères à essence		Somme (moy.)	10 700 000	10,4	18 000	20 100	47,3	0,15	2,6	50,1
Convertisseur catalytique perfectionné à trois voies		1 730 000	10,0	18 000	3 140	7,41	0,02	0,20	7,63	-
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (neuf)		0	-	-	-	-	-	-	-	-
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (usagé)		7 080 000	10,1	18 000	13 000	30,7	0,09	2,3	33,1	-
Catalyseur d'oxydation		196 000	10,2	18 000	360	0,85	0,00	0,02	0,87	-
Système non catalytique		1 680 000	11,9	18 000	3 540	8,34	0,04	0,05	8,43	-
Camions légers à essence		Somme (moy.)	4 650 000	14,3	17 000	11 400	26,9	0,09	2,6	29,6
Convertisseur catalytique perfectionné à trois voies		841 000	14,3	17 000	2 060	4,85	0,01	0,25	5,11	-
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (neuf)		0	-	-	-	-	-	-	-	-
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (usagé)		3 140 000	14,1	17 000	7 600	17,9	0,07	2,4	20,4	-
Catalyseur d'oxydation		77 000	14,0	17 000	186	0,44	+	0,01	0,45	-
Système non catalytique		596 000	15,2	17 000	1 550	3,66	0,02	0,02	3,7	-
Poids lourds à essence		Somme (moy.)	322 000	47,5	13 000	2 020	4,77	0,01	0,21	4,99
Convertisseur catalytique à trois voies		107 000	43,5	13 000	616	1,45	+	0,19	1,64	-
Système dépolluant non catalytique		107 000	43,5	13 000	616	1,45	+	0,01	1,46	-
Aucun système dépolluant		107 000	55,6	13 000	787	1,86	0,01	0,01	1,88	-
Motocyclettes		Somme (moy.)	288 000	10,3	3 000	87	0,21	+	+	0,21
Système dépolluant non catalytique		144 000	9,3	3 000	40	0,09	+	+	0,10	-
Aucun système dépolluant		144 000	11,2	3 000	48	0,11	+	+	0,12	-
Sources de consommation de diesel										
Automobiles légères à moteur diesel		Somme (moy.)	107 000	11,2	18 000	218	0,60	+	0,01	0,60
Système dépolluant perfectionné		35 700	10,0	18 000	65	0,18	+	+	0,18	-
Système dépolluant d'efficacité moyenne		35 700	10,4	18 000	67	0,18	+	+	0,19	-
Aucun système dépolluant		35 700	13,3	18 000	86	0,24	+	+	0,24	-
Camions légers à moteur diesel		Somme (moy.)	90 800	15,1	12 000	170	0,46	+	0,01	0,47
Système dépolluant perfectionné		30 300	13,9	12 000	52	0,14	+	+	0,14	-
Système dépolluant d'efficacité moyenne		30 300	13,9	12 000	52	0,14	+	+	0,14	-
Aucun système dépolluant		30 300	17,5	12 000	66	0,18	+	+	0,18	-
Poids lourds à moteur diesel		Somme (moy.)	689 000	43,0	40 000	11 700	32,0	0,03	0,36	32,4
Système dépolluant perfectionné		230 000	41,7	40 000	3 790	10,3	0,01	0,12	10,4	-
Système dépolluant d'efficacité moyenne		230 000	41,7	40 000	3 790	10,3	0,01	0,12	10,4	-
Aucun système dépolluant		230 000	45,5	40 000	4 130	11,3	0,01	0,13	11,4	-
Véhicules au gaz naturel		-	-	-	205 000	0,39	0,10	+	0,48	-
Véhicules au propane		-	-	-	1 360	2,09	0,02	-	2,11	-
TOTAL (TRANSPORT ROUTIER)		-	-	-	-	115	0,41	5,8	121	-

Les données sur la consommation ont été calculées en répartissant les données de Statistique Canada sur le carburant (publication 57-003, *Bulletin trimestriel*) selon le type de véhicule et l'activité.

Les émissions de CH₄ et de N₂O ont été calculées en multipliant la quantité de carburant par le pourcentage de véhicules dotés d'un dispositif antipollution catalytique, le coefficient d'émission et le Potentiel de réchauffement planétaire PRP (PRP, CH₄ = 21; PRP, N₂O = 310).

+ Valeurs non nulles sont trop petites pour être consignées.

les émissions de la catégorie routière, les véhicules lourds étant la source de pratiquement tout le reste des émissions.

Le modèle des émissions de gaz à effet de serre des sources mobiles d'Environnement Canada (MEMGES) établit les émissions de GES à partir de données détaillées sur les parcs de véhicules routiers, les caractéristiques des dispositifs antipollution, l'efficacité moyenne du véhicule et les renseignements sur la distance parcourue. Le modèle calcule ensuite les émissions, la distance parcourue par le véhicule et les ratios de consommation de carburant pour tous les genres et tous les modèles de véhicule. Une description détaillée complète du parc automobile de 1996, de ses émissions et de ses principales caractéristiques, telle que découlant de l'application du modèle MEMGES, est présentée au Tableau 2.3.2-1.

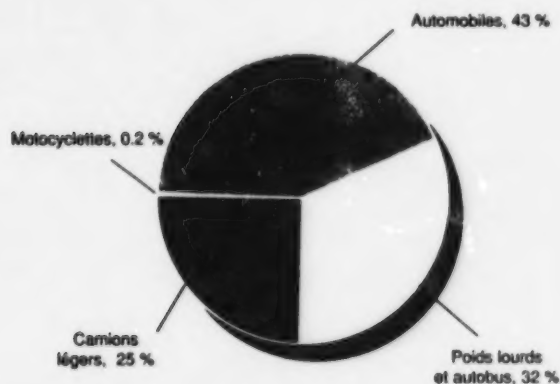


FIGURE 2.3.2-1
Émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports routiers en 1996

Classement

Le classement des véhicules de transport routier suit la procédure de compte rendu du GIEC (GIEC, 1997, VI), à une exception près : l'évaporation de carburant n'est pas déclarée séparément, mais elle est, au contraire, intégrée aux sources de combustion correspondantes. À des fins de référence, une brève description des types de véhicules routiers standard est présentée ci-après.

Les *véhicules légers* comprennent les automobiles et les camions légers pesant 3 900 kg ou moins. Tous les véhicules principalement conçus pour le transport des passagers sont des « automobiles » et ceux qui sont conçus pour le transport des marchandises légères ou

qui sont équipés de dispositifs spéciaux tels que quatre roues motrices pour le transport tout-terrain sont classés dans la catégorie des « camions ». Les *véhicules utilitaires lourds* sont des véhicules qui pèsent plus de 3 900 kg – pratiquement tous les camions et autobus. Les *motocyclettes* sont définies comme tout véhicule à moteur destiné au déplacement de passagers qui n'a pas plus de trois roues en contact avec le sol et qui pèse moins de 680 kg.

Véhicules légers

Ce segment du transport routier comprend à la fois les automobiles et les camions légers. Les émissions des véhicules légers ont augmenté de 5 p. 100 entre 1990 et 1996, ce qui semble suivre d'assez près les 11 p. 100 d'augmentation du kilométrage parcouru pendant la même période¹⁶. En bref, on trouve sur les routes un plus grand nombre de véhicules qui parcourent de plus grandes distances. Néanmoins, cette tendance générale est en réalité composée de deux éléments distincts. Alors que les émissions des camions légers ont augmenté de 7,8 Mt d'équivalent CO₂, les émissions provenant des automobiles ont baissé de 2,9 Mt. Cela semble résulter du changement qui s'est produit dans la composition de la flotte des véhicules routiers légers.

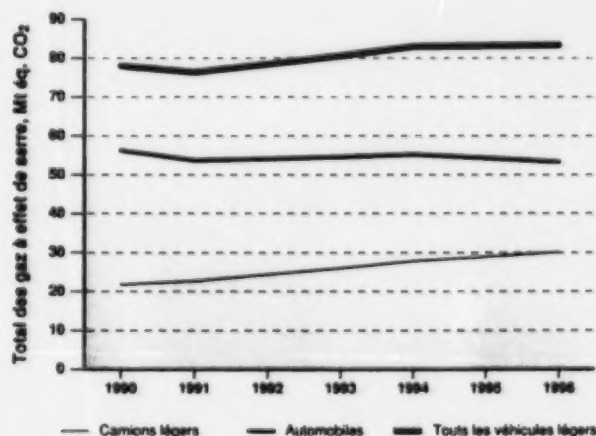


FIGURE 2.3.2-2
Tendances des émissions des véhicules légers

¹⁶ Source : Environnement Canada, modèle MEMGES (voir l'Annexe B pour de plus de détails).

TABLEAU 2.3.2-2 : TENDANCES DÉTAILLÉES DES ÉMISSIONS DES AUTOMOBILES ET DES CAMIONS LÉGERS

Année	Automobiles (essence, diesel, gaz naturel et propane)				Camions légers (essence et diesel)			
	CO ₂ Mt	CH ₄ Mt éq. CO ₂	N ₂ O Mt éq. CO ₂	Total des gaz à effet de serre Mt éq. CO ₂	CO ₂ Mt	CH ₄ Mt éq. CO ₂	N ₂ O Mt éq. CO ₂	Total des gaz à effet de serre Mt éq. CO ₂
1990	53,9	0,24	2,0	56,2	21,0	0,08	1,3	22,3
1991	51,4	0,22	2,1	53,7	21,1	0,08	1,5	22,7
1992	51,5	0,22	2,4	54,1	22,5	0,09	1,8	24,4
1993	51,8	0,22	2,6	54,6	23,7	0,09	2,1	26,0
1994	52,2	0,24	2,8	55,2	25,2	0,09	2,5	27,8
1995	51,2	0,27	2,8	54,3	26,1	0,09	2,6	28,9
1996	50,4	0,26	2,6	53,3	27,4	0,09	2,6	30,1

Impact de l'évolution de la composition du parc automobile

L'augmentation des émissions entre 1990 et 1996 est inférieure à la croissance du kilométrage en raison de l'augmentation graduelle de l'efficacité des carburants de la flotte des véhicules routiers. Le phénomène s'explique principalement par le taux de roulement des stocks de véhicules plutôt que par une plus grande efficacité des nouveaux véhicules. La plupart des améliorations apportées au taux de consommation de carburant des automobiles se sont produites dans les années 80 et la flotte de 1996, comparativement à celle de 1990, était composée, dans une plus grande proportion, de ce genre de véhicules plus économiques. Depuis la fin des années 80, les économies moyennes de carburant des automobiles neuves sont restées virtuellement constantes¹⁷. Il semble, par conséquent, si on ne se fonde que sur ce fait, que les fluctuations des émissions futures auront, à tout le moins, tendance à suivre l'évolution du kilométrage parcouru. En fait, les émissions vont vraisemblablement dépasser le taux de croissance du kilométrage si les ventes de minibus et de camions légers continuent à augmenter au rythme actuel. La discussion suivante tentera de clarifier davantage la question.

Les ventes américaines de camions légers à l'essence, y compris les minibus et les véhicules à quatre roues motrices, ont augmenté à un rythme beaucoup plus rapide que les ventes d'automobiles dans les années 90. Heavenrich et Hellman (1996) ont signalé que de 1975 à 1995, les camions légers ont doublé leur part du marché des véhicules légers aux États-Unis. Cette tendance se poursuit de toute évidence. Les camions se sont emparés de 30 p. 100 des parts du marché américain des véhicules légers en 1990, 36 p. 100 en 1993 et 39 p. 100 en 1995. Heavenrich et Hellman ont révélé que l'effet net de cette évolution du marché

consiste en une augmentation de la consommation totale de carburant, puisque la consommation de ces véhicules, conduits pratiquement à la même vitesse, est plus élevée que celle des automobiles. Il semble qu'une tendance similaire se manifeste au Canada, avec une augmentation concomitante des émissions.

Pour évaluer la situation canadienne, il est nécessaire de restreindre l'analyse aux véhicules à essence et à moteur diesel puisque les données disponibles sur les types de véhicule fonctionnant au gaz naturel et au propane sont très lacunaires. Puisque le transport au moyen de véhicules alimentés à l'essence et au mazout a représenté 97 p. 100 des émissions de l'ensemble des véhicules légers en 1996, ces lacunes n'ont eu que peu d'effets sur l'exactitude des résultats. Par conséquent, selon les plus récentes données disponibles¹⁸, le parc des camions légers en circulation au Canada s'est accru de 24 p. 100 de 1990 à 1996. Pendant la même période, le nombre de voitures en circulation a *décliné*. Cette tendance a eu pour effet de faire passer la part du kilométrage parcouru attribuable aux automobiles de 77 p. 100 du total des véhicules légers en 1990 à 71 p. 100 en 1996.

Tant la faible efficacité des camions légers¹⁹ que leur taux d'émission de gaz à effet de serre plus élevé, reconnus dans les ouvrages scientifiques²⁰, ont pour effet d'entraîner une augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Bien que le taux global d'émission de GES des véhicules légers soit passé, pendant la période considérée, d'environ 310 g à 290 g d'équivalent

17 Pour une discussion complète de la question, voir Ressources naturelles Canada, *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 1996*.

18 Voir l'Annexe B, Méthodes appliquées aux transports, pour plus de détails.

19 Par exemple, Heavenrich et Hellman (1996) ou Transports Canada, *Company Average Fuel Consumption for Canadian New Vehicles* (1999).

20 Voir, par exemple, Barton et Simpson (1994).

**TAB. 2.3.2-3 PRINCIPAUX INDICATEURS —
VEHICULES LEGERS A ESSENCE
ET A MOTEUR DIESEL**

	Automobiles	Camions légers	Tous les véhicules légers
1990			
Nombre de véhicules	11 200 000	3 530 000	14 700 000
Distance moyenne parcourue (km)	17 000	16 000	17 000
Taux moyen de consommation de carburant (l/100 km)	11,5	15,4	12,4
Taux d'émission des gaz à effet de serre (g éq. CO ₂ /km)	280	390	310
1996			
Nombre de véhicules	10 800 000	4 740 000	15 500 000
Distance moyenne parcourue (km)	18 000	17 000	18 000
Taux moyen de consommation de carburant (l/100 km)	10,4	14,3	11,6
Taux des émissions de gaz à effet de serre (g éq. CO ₂ /km)	260	370	290

CO₂ par km, cette diminution est attribuable à la réduction du niveau de consommation des véhicules qui se sont ajoutés au parc automobile. En fait, si la proportion d'automobiles et de camions s'était maintenue au niveau de 1990, sans fluctuation des autres facteurs, le taux d'émission des véhicules légers en 1996 aurait baissé de moitié.

Tendances par gaz et effet des dispositifs antipollution

Lorsqu'on étudie les tendances ventilées par type de gaz (Tableau 2.3.2-2 à la page 23), il est clair que les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) suivent de près l'évolution du parc automobile. Les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) des camions légers ont augmenté alors que celles des automobiles ont diminué. Les émissions de méthane (CH₄) sont restées relativement stables pendant cette période alors que les émissions d'oxyde nitreux (N₂O) provenant à la fois des automobiles et des camions augmentaient. En 1996, les émissions de N₂O de tous les véhicules légers avaient augmenté de 59 p. 100.

Ces tendances soulignent l'effet des dispositifs antipollution sur les gaz à effet de serre. Les émissions de dioxyde de carbone sont indépendantes de la technologie — elles suivent tout simplement les

fluctuations de la consommation de carburant. Néanmoins, les niveaux d'émission de CH₄ et de N₂O sont touchés par l'évolution des dispositifs antipollution. L'amélioration sans cesse croissante de ces technologies s'est poursuivie avec la même intensité des années 70 aux années 90 (voir l'Annexe B). Pour la plupart des polluants, les véhicules équipés d'un dispositif antipollution perfectionné ont tendance à afficher un taux d'émission plus faible. Ainsi, en dépit d'une consommation accrue de carburant, les émissions de CH₄ n'ont pas augmenté de façon significative. (La petite augmentation en provenance des automobiles est due au nombre croissant de véhicules alimentés au gaz naturel présents dans le parc, qui sont réputés avoir un taux d'émission de méthane plus élevé²¹).

L'effet de l'équipement antipollution sur les émissions de N₂O est une question qui s'avère plus complexe. C'est à la fin des années 70 et au début des années 80 que les unités de contrôle catalytique des émissions sont devenues les principaux moyens d'élimination des hydrocarbures et, subséquemment, des émissions de NO_x des véhicules à essence. Les convertisseurs catalytiques d'oxydation sont apparus en premier lieu, suivis plus tard par les « unités à trois voies ». Les premières unités à trois voies entraient dans la catégorie des dispositifs antipollution primitifs « de niveau 0 ». Des « dispositifs perfectionnés » (de niveau 1), ont été installés sur les véhicules légers nord-américains en 1994. La recherche a prouvé, jusqu'ici, que tous les convertisseurs catalytiques augmentent les émissions de N₂O comparativement aux véhicules qui n'en sont pas dotés (Urban et Garbe, 1979; Smith et Carey, 1982; DeSoete, 1989; Barton et Simpson, 1994). Toutefois, on a prouvé que la capacité des unités catalytiques usagées de niveau 0 de réduire les émissions de N₂O déclinait au fil du temps après leur installation (De Soete, 1989; Prigent et DeSoete, 1989). On a constaté que les effets du vieillissement se manifestent pleinement après un an d'usage. Les coefficients d'émission applicables aux véhicules légers équipés d'un dispositif antipollution primitif usagé (de niveau 0) sont d'un ordre de grandeur plus élevé (par unité de carburant) que ceux des véhicules qui n'en sont pas munis (De Soete, 1989; Barton et Simpson, 1994). Au fur et à mesure que les catalyseurs à trois voies ont commencé à se répandre dans le parc des véhicules utilitaires légers, le taux d'émission de N₂O au Canada semble avoir considérablement augmenté. (Voir la 2.3.2-3, qui illustre les estimations établies par le MEMGES.)

21 GIEC, 1997. Bien que les taux d'émission de CH₄ soient plus élevés pour les véhicules au gaz naturel, ceux des autres gaz sont plus bas.

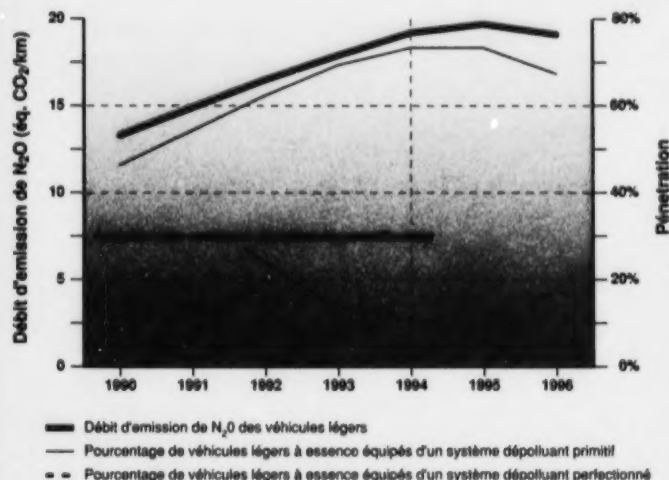


FIGURE 2.3.2-3
Émission d'oxyde nitreux des véhicules légers
et pénétration des dispositifs antipollution

La situation s'est toutefois améliorée plus tard, lors de l'apparition des dispositifs antipollution perfectionnés (de niveau 1). Michaels (1998) a récemment présenté les résultats des tests de l'EPA menés sur un petit échantillon de véhicules nord-américains typiques. Ces véhicules étaient équipés de convertisseurs catalytiques usagés de niveau 1. Le taux d'émission moyen était d'environ 50 p. 100 inférieur, dans des conditions normales, aux résultats précédemment enregistrés pour les véhicules dotés d'un dispositif primitif (Barton et Simpson, 1994). De 1994 à 1996, au fur et à mesure que les dispositifs perfectionnés atteignaient le parc des véhicules légers, le taux d'émission de N_2O calculé s'est stabilisé et il semble qu'il ait commencé à baisser. (Voir la Figure 2.3.2-3). À noter que les convertisseurs catalytiques ont une incidence sur les émissions de N_2O de tous les véhicules légers même s'ils ne sont installés que sur les automobiles et les camions à essence. C'est le cas parce qu'on estime que les coefficients d'émission des véhicules non alimentés à l'essence sont six fois moindres que ceux des automobiles et des camions dotés d'un dispositif primitif usagé et deux fois moindres que ceux des véhicules dotés d'un dispositif perfectionné.

Gaz naturel et gaz propane

Bien qu'on ne dispose pas de données ventilées pour les véhicules alimentés au gaz naturel et au propane, on présume qu'il s'agit exclusivement de véhicules légers, pour la majorité des automobiles. Le volume de carburant utilisé pour ces véhicules a augmenté de façon marquée entre 1990 et 1996 (Tableau 2.3.2-4).

TABLEAU 2.3.2-4 TENDANCES DANS LE
SECTEUR DES AUTOMOBILES
ALIMENTÉES AU GAZ NATUREL
ET AU PROPANE*

Année	Véhicules au gaz naturel		Véhicules au propane	
	Consommation de carburant GJ	Émissions de gaz à effet de serre Mt éq. CO_2	Consommation de carburant MJ	Émissions de gaz à effet de serre Mt éq. CO_2
1990	69,7	0,16	1 020	1,6
1996	205	0,48	1 360	2,1

* En se fondant sur les données limitées dont on dispose, on peut présumer que la grande majorité des véhicules utilisant ces carburants sont des automobiles.

Comme les émissions de GES provenant du propane et du gaz naturel sont inférieures, par unité énergétique, à celles de l'essence et du diesel, une tendance à la baisse des émissions s'est manifestée dans la catégorie des automobiles. Néanmoins, les émissions directes ne donnent pas nécessairement un portrait fidèle de la situation dans le secteur des véhicules alimentés par des carburants de remplacement. On a fait remarquer ailleurs que des émissions non négligeables résultent de la transformation de diverses sources d'énergie à base d'alcool, de sorte qu'il est important de tenir compte de l'ensemble du cycle de vie des émissions pour évaluer convenablement l'effet des scénarios de conversion de carburant²². Bien qu'une étude des véhicules alimentés à l'alcool sorte malheureusement du cadre du présent document, on dispose cependant d'une étude qui compare le cycle de vie complet des émissions provenant du gaz naturel, du propane et des véhicules alimentés à l'essence ou à moteur diesel (Environnement Canada, Meyer, 1997). Les résultats enregistrés pour la moyenne des véhicules automobiles routiers en 1995 indiquent que le taux des émissions directes de gaz à effet de serre et celui des émissions calculées pour le cycle de vie du

carburant²³, en g/km parcouru, étaient, par rapport aux véhicules à essence, d'environ 40 p. 100 moins élevés pour les véhicules alimentés au gaz naturel. (On a établi que les véhicules à moteur diesel avaient un taux d'émission encore plus élevé.) Pour ce qui est des véhicules alimentés au propane, les émissions directes et les émissions correspondant au cycle de vie sont inférieures, d'environ 30 p. 100, à celles des véhicules à essence classiques. (On a présumé que les véhicules à moteur diesel avaient des taux d'émission plus élevés que les véhicules à essence).

Véhicules utilitaires lourds (camions et autobus)

Cette catégorie inclut les véhicules dont le poids dépasse 3 900 kg. Le Tableau 2.3.2-5 résume les émissions et montre que le total des gaz à effet de serre émis par ces véhicules a augmenté de 34 p. 100 en 1996 par rapport à 1990. Les poids lourds à moteur diesel sont, de loin, la plus grande source d'émissions de ce segment : ils ont des ratios de consommation de carburant élevés et parcourent de longues distances. En 1996, ces véhicules ont produit 33 Mt d'équivalent CO₂, soit plus de 27 p. 100 des émissions de l'ensemble des véhicules routiers.

TABLEAU 2.3.2-5 TENDANCES DES ÉMISSIONS
DES VÉHICULES UTILITAIRES
LOURDS (ESSENCE ET DIESEL)

Année	CO ₂ Mt	CH ₄ Mt éq. CO ₂	N ₂ O Mt éq. CO ₂	Total des gaz à effet de serre Mt éq. CO ₂
1990	27,4	0,034	0,41	27,8
1991	26,9	0,034	0,41	27,3
1992	27,8	0,036	0,44	28,3
1993	29,5	0,038	0,47	30,0
1994	32,7	0,042	0,52	33,3
1995	35,2	0,045	0,56	35,8
1996	36,7	0,047	0,57	37,4

Les tendances des émissions de gaz à effet de serre associées à ce segment du transport routier sont étroitement liées à celles du camionnage au Canada, qui a puis beaucoup d'ampleur. De 1990 à 1996, le nombre de tonnes-km transportées au Canada a augmenté de 31 p. 100, alors que le transport transfrontalier, stimulé par les nouveaux accords de libre-échange avec les États-Unis, s'est accru de

115 p. 100²⁴. Considérés ensemble, les transports intérieurs et internationaux ont totalisé 77,8 milliards de tonnes-km en 1996, soit une croissance de 55 p. 100.

Une autre preuve de l'importante augmentation de cette activité est fournie par l'analyse de la flotte canadienne de véhicules lourds à moteur diesel qui, selon les estimations, est passée d'environ 360 000 à 690 000 véhicules pendant cette période²⁵. En dépit de la rareté des données ventilées pour les camions et les autobus, il est raisonnable de croire que le volume du transport par autobus décline. Ressources naturelles Canada a estimé que le nombre de kilomètres-passager parcourus en 1996, avait baissé d'environ 8 p. 100 par rapport à 1990²⁶. Par conséquent, il semble que le transport par autobus n'a pas contribué à l'augmentation des émissions dans ce segment.

Motocyclettes

Ces véhicules ne contribuent qu'à environ 0,2 p. 100 des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur du transport routier. Selon les estimations, les émissions des motocyclettes ont été de 0,21 Mt d'équivalent CO₂ en 1990, une baisse de 9 p. 100 par rapport à 1990.

2.3.3 Transport ferroviaire et maritime

Transport ferroviaire

Bien que les émissions aient *diminué* de 12 p. 100 entre 1990 et 1996, l'activité ferroviaire semble avoir pris de l'ampleur. Le transport des marchandises au Canada a légèrement *augmenté* (0,6 %) alors que le transport des passagers a monté de 9 p. 100 pendant la même période (voir les Tableaux 2.3-1 et 2.3-2 dans l'aperçu du secteur des transports)²⁷. Le transport des marchandises surpasse de loin le transport des passagers, de sorte que la croissance du transport intérieur ne peut être tenue pour très marquée²⁸. Quoi qu'il en soit, l'intensité des émissions de gaz à effet de serre du secteur a nettement baissé. Il semble

23 Les émissions pour le cycle de vie du carburant sont celles qui sont associées au carburant lui-même : production, raffinage, transport et distribution. Elles ne comprennent pas les émissions associées au développement de l'infrastructure (notamment à la construction des installations de transformation du carburant).

24 Statistique Canada, publication nos 53-222 et 50-002 (annuel).

25 Pour plus de renseignements, voir l'Annexe B.

26 *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 1996*.

27 Statistique Canada, publication n° 52-216 (annuel).

28 Les activités du transport ferroviaire étaient de 180 milliards de tonnes-km en 1996, alors que celles du secteur du transport des passagers étaient de 1,52 milliard de passagers-kilomètre. Si on présume que le transport des passagers et des marchandises peut être mesuré sur la même échelle et, qu'en outre, le poids moyen d'un passager avec ses bagages est de 100 kg, le transport des passagers représentait 0,08 % du transport des marchandises en 1996.

que ce soit le résultat des améliorations apportées au réseau ferroviaire canadien. Depuis 1990, de nouvelles conditions de marché ont émergé en raison de l'élimination de la plupart des réglementations économiques au sein de l'industrie et de la perte d'importantes subventions gouvernementales. Les deux grandes compagnies ferroviaires ont rationalisé leurs activités en abandonnant des lignes et en réduisant leurs actifs. Même si l'activité ferroviaire a d'abord connu une baisse, de nouveaux services de transport ferroviaire sur de courtes distances ont été offerts et ont été assez bien reçus. En même temps, la rationalisation globale du secteur a amélioré son efficacité. Par exemple, en dépit de l'intensification du transport ferroviaire, la flotte totale de locomotives servant au transport des marchandises a baissé de 7 p. 100²⁹.

Transport maritime

Seul le transport maritime intérieur est abordé dans la présente section. Selon les lignes directrices du GIEC (GIEC, 1997), les émissions du transport maritime international devraient être déclarées sous cette rubrique, mais classées dans la catégorie des « Soutes internationales » et non inventoriées. Bien que ces données ne soient ni abordées ici ni incluses dans l'inventaire, elles ont été enregistrées dans les tableaux du GIEC (voir, par exemple, l'Annexe E).

Le Tableau 2.3.3-1 illustre les tendances des émissions. Le volume des gaz à effet de serre produits par le secteur a baissé de quelque 8 p. 100 pendant cette période. L'activité intérieure a décliné de façon beaucoup plus substantielle – en 1996, le volume

**TABLEAU 2.3.3-1 TENDANCES DES ÉMISSIONS
POUR LE TRANSPORT
FERROVIAIRE ET MARITIME
AU CANADA**

Année	Chemins de fer Total des émissions de gaz à effet de serre Mt éq. CO ₂	Transport maritime intérieur Total des émissions de gaz à effet de serre Mt éq. CO ₂
1990	7,11	6,07
1991	6,59	6,49
1992	6,89	6,45
1993	6,86	5,62
1994	7,10	5,94
1995	6,43	5,70
1996	6,29	5,56

transporté par eau calculé en tonne-km était de 25 p. 100 inférieur à celui de 1990³⁰. Cependant, le calcul des émissions est fondé sur les estimations de consommation de carburant signalées par les navires canadiens immatriculés. Il s'ensuit que certains voyages internationaux ont pu être déclarés dans l'inventaire du transport intérieur. Cette hypothèse est confirmée par le fait que les activités internationales de transport des marchandises ont proliféré – ce qui aurait tendance à soutenir les données sur la consommation de carburant enregistrées par les compagnies aériennes. Pour en arriver à une évaluation acceptable, il faudrait ventiler les activités du transport maritime par pays d'origine. Malheureusement, les données disponibles ne permettent pas de procéder à une telle analyse³¹.

2.4 Sources de combustion fixes, non industrielles

Les catégories dans cette section comprennent le secteur résidentiel, commercial et institutionnel ainsi que l'agriculture et la foresterie. Les tendances des émissions sont illustrées au Tableau 2.4-1.

**TABLEAU 2.4-1 TENDANCES DES ÉMISSIONS
DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR
LES SOURCES DE COMBUSTION
FIXES NON INDUSTRIELLES
(Mt éq. CO₂)**

Catégorie	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Secteur résidentiel (combustible fossile)	40,9	39,0	38,6	42,9	43,5	42,1	47,1
Secteur résidentiel (biomasse)	5,6	5,7	6,2	6,2	6,1	6,0	6,2
Secteur commercial	24,1	23,9	24,3	26,6	25,3	27,4	27,7
Secteur institutionnel (administration publique)	2,1	2,0	2,1	2,2	2,8	2,5	2,5
Agriculture	2,5	2,7	5,2	3,0	2,4	2,6	2,8
Foresterie	0,7	0,5	0,2	0,4	0,3	0,0	0,1

Note : Les émissions de la biomasse ne contiennent pas de CO₂.

29 Ressources naturelles Canada, *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 1996*.

30 Statistiques de Transports Canada,
www.tc.gc.ca/facts/StatFor/marine/marine13.htm

31 Ibid.

2.4.1 Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel

Aperçu et tendances à long terme

Les émissions dans ces secteurs, qui résultent principalement de l'utilisation d'énergie pour chauffer les bâtiments, ont décliné à long terme. Cette baisse était d'environ 12 Mt d'équivalent CO₂ ou de 13 p. 100 entre 1980 et 1997. Cela résulte d'améliorations à l'efficacité énergétique du bâtiment, particulièrement au début et au milieu des années 80, ainsi qu'à l'adoption de combustibles de remplacement. En fait, entre 1980 et 1987, les émissions des sources résidentielles, commerciales et institutionnelles ont diminué d'un bon quart.

Néanmoins, les émissions ont augmenté entre 1990 et 1997. Cela semble être dû à une combinaison d'hivers plus rigoureux (dans les agglomérations) et de croissance démographique. Le rehaussement de l'efficacité a eu un effet pondérateur pendant cette dernière période, mais cela n'a pas suffi à neutraliser la croissance des émissions.

Dans les grandes lignes, en l'absence de rehaussement de l'efficacité, la demande de chauffage augmente avec la superficie de la surface habitable et la rigueur des températures hivernales³². La demande par unité de superficie habitable varie avec la population et on estime la rigueur de la température en établissant le nombre moyen de degrés-jours de chauffage pour la saison hivernale. On calcule cette valeur en déterminant le nombre moyen de jours où le mercure est descendu en-dessous de 18° C au Canada et en multipliant ce facteur par le nombre correspondant de degrés en-dessous de cette température. La Figure 2.4.1-1 compare les émissions totales du secteur résidentiel, commercial et institutionnel avec les degrés-jours de chauffage, de 1980 à 1997³³. Les deux tendances sont similaires; cependant, on peut constater que jusqu'à 1987, les émissions diminuaient plus rapidement que les degrés-jours de chauffage, alors qu'après cela, elles semblent avoir augmenté plus vite que ceux-ci.

Pour éliminer l'effet des variables climatiques et démographiques, il est intéressant d'étudier la tendance des émissions de GES par degré-jour de chauffage per capita (ou *taux d'émission*) au cours de la période considérée (Figure 2.4.1-2). Si les courbes d'efficacité ou de consommation de combustibles ne fluctuaient pas, la ligne du graphique devrait être horizontale. Pourtant, le *taux d'émission* illustre une tendance à un déclin rapide entre 1980 et 1987, suivi d'une baisse moins marquée. Cela illustre comment

l'amélioration de l'efficacité des bâtiments et le changement de combustibles ont entraîné d'importantes réductions des émissions dans les années 80, mais n'ont fait que tempérer la hausse du volume de ces gaz à partir de 1990.

Secteur résidentiel

Les émissions dans ce secteur étaient de 53,3 Mt d'équivalent CO₂ en 1996. Les émissions de méthane et d'oxyde nitreux provenant de la combustion incomplète du bois de chauffage dans les poêles à bois et les foyers sont des émissions importantes dans cette catégorie puisqu'elles représentaient environ 6 Mt d'équivalent CO₂ en 1996.

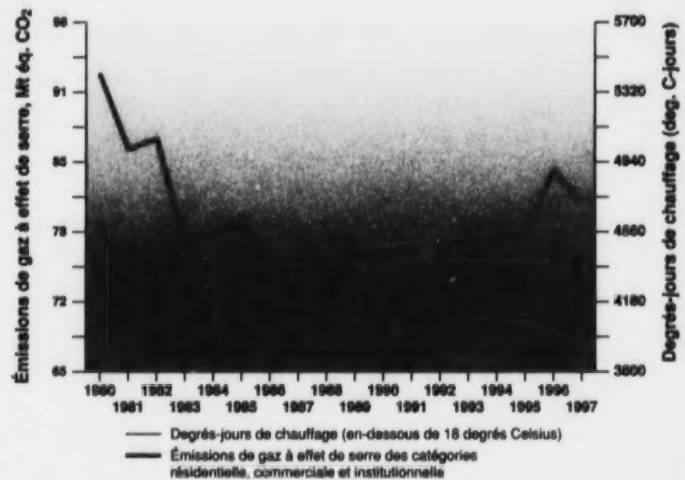


FIGURE 2.4.1-1
Émissions de gaz à effet de serre comparativement
aux degrés-jours de chauffage

Méthode

La méthode d'estimation des émissions provenant de la combustion de la biomasse est décrite à l'Annexe B. Les données relatives à l'utilisation des combustibles fossiles sont extraites du BTDEEC. Tous les carburants servant au transport doivent être réalloués à la catégorie des transports.

32 Même si le type de bâtiment a une incidence sur la demande de chauffage, ce genre de considération dépasse la portée de la présente analyse.

33 Source, degrés-jours de chauffage : Statistique Canada, Publication n° 57-003. Les degrés-jours de chauffage, à l'échelle nationale, sont fondés sur les principales agglomérations.

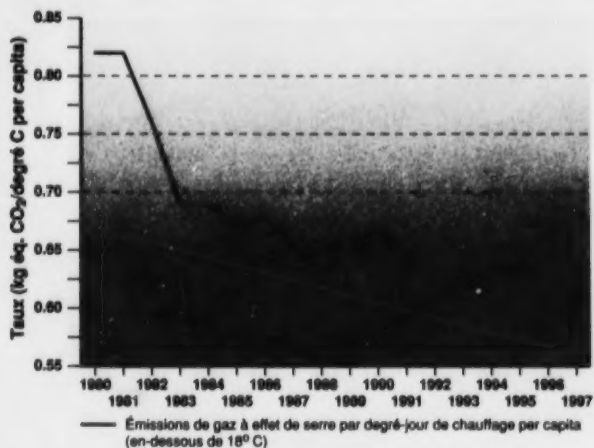


FIGURE 2.4.1-2

Émissions par degré-jour de chauffage per capita dans les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel

Secteur commercial et institutionnel

Les émissions dans cette catégorie étaient de 30,2 Mt d'équivalent CO₂ en 1996, une augmentation de 15 p. 100 par rapport à 1990.

Méthode

Les émissions résultant de la combustion des carburants du secteur des transports sont comptabilisées sous la rubrique des transports. L'information relative à l'utilisation des combustibles fossiles provient des données sur le secteur commercial et l'administration publique enregistrées dans le BTDEEC.

2.4.2 Autres (agriculture et foresterie)

Les émissions dans cette catégorie étaient de 2,87 Mt d'équivalent CO₂ en 1996, ce qui représentait une diminution de 9 p. 100 par rapport à 1990. Cette catégorie comprend les émissions provenant de l'utilisation des combustibles alimentant l'équipement fixe dans les domaines agricole et forestier.

Les émissions mobiles associées à cette sous-catégorie n'ont pas été séparées des émissions des véhicules tout terrain déclarées dans la catégorie des transports. Toutefois, on a pu estimer les émissions résultant de la combustion de l'essence et du diesel dans la sous-catégorie de l'agriculture. À titre d'information, signalons que ces émissions se sont montées à 9,6 Mt d'équivalent CO₂ en 1990 et à 10,7 Mt en 1996³⁴, une augmentation de 11 p. 100.

Méthode

Les données relatives à l'utilisation des combustibles fossiles sont extraites du BTDEEC. Les émissions provenant de la combustion du diesel et de l'essence, qui sont des sources d'émissions importantes dans le secteur de l'industrie agricole, ont été comptabilisées dans la catégorie des transports. Selon les lignes directrices du GIEC, cette catégorie devrait également comprendre les émissions de l'industrie de la pêche. Celles-ci ne sont pas incluses ici à cause de la pénurie de données, mais plutôt dans le secteur maritime de la catégorie des transports.

2.5 Combustion de la biomasse pour la production d'énergie – émissions de CO₂

Les émissions de dioxyde de carbone provenant de la combustion de la biomasse étaient de 66,3 Mt d'équivalent CO₂ en 1996 et elles ont augmenté de 14 p. 100 depuis 1990. Sur ces 66,3 Mt, 40,4 provenaient de l'industrie et 26,9 Mt du secteur résidentiel. Ces émissions de CO₂ ne sont pas incluses dans les totaux de l'Inventaire national, mais elles sont déclarées ici. Les émissions de CH₄ et de N₂O provenant de la combustion de la biomasse sont déclarées dans les catégories des secteurs manufacturiers et résidentiels, selon le cas, et sont incluses dans l'Inventaire national.

Méthode

Les émissions de CO₂ sont calculées en appliquant les coefficients d'émission aux quantités de biomasse consommées. La méthodologie est discutée de façon plus détaillée à l'Annexe B.

B. Émissions fugitives

2.6 Industries productrices d'énergie : Émissions fugitives des combustibles fossiles

La quantité d'émissions fugitives provenant des combustibles fossiles était de 53 Mt d'équivalent CO₂ en 1996, une augmentation de 40 p. 100 par rapport à 1990. Les émissions fugitives sont composées de 73 p. 100 de méthane (CH₄) et de 27 p. 100 de dioxyde de carbone (CO₂) sur une base d'équivalent CO₂.

³⁴ Estimé à partir des coefficients d'émission des véhicules tout terrain et des données du BTDEEC sur les carburants.

Les émissions fugitives des combustibles fossiles sont des rejets intentionnels ou fortuits de gaz à effet de serre provenant de la production, de la transformation, du transport, de l'entreposage et de la livraison de combustibles fossiles. Les gaz rejetés qui sont brûlés avant leur élimination (p. ex., le torchage du gaz naturel dans les installations de production de pétrole et de gaz) sont considérés comme des émissions fugitives. Si la chaleur produite pendant la combustion est captée et utilisée, les émissions qui en découlent sont considérées comme des émissions provenant de l'utilisation d'un combustible. Les deux sources sont l'exploitation houillère et la manutention du charbon d'une part et les activités liées à l'industrie du pétrole et du gaz d'autre part.

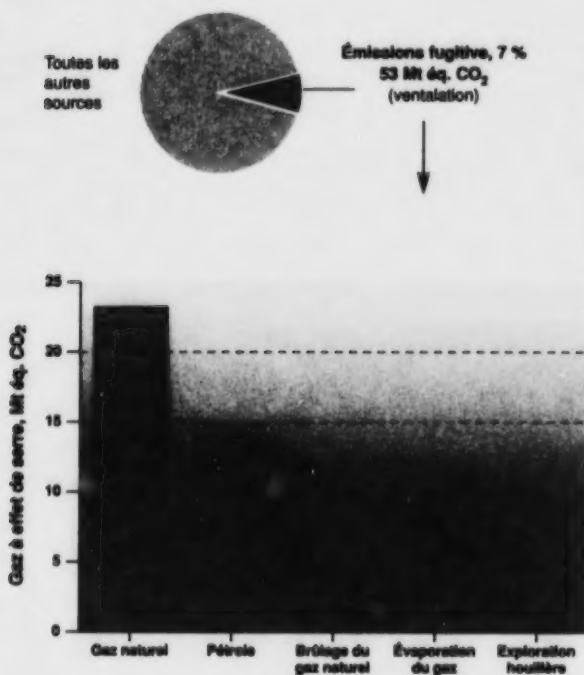


FIGURE 2.6-1

Sources d'émissions fugitives de gaz à effet de serre

2.6.1 Exploitation houillère et manutention

La quantité totale d'émissions fugitives de l'exploitation houillère était de 1,8 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, une diminution de 6 p. 100 par rapport à 1990. Cette baisse résulte de la fermeture d'une partie des mines souterraines de l'Est du pays. En 1996, 55 p. 100 des

émissions provenaient des mines souterraines alors que seulement 5 p. 100 du charbon extrait provenait de ces mines (Statistique Canada, publication n° 45-002).

Le charbon à l'état naturel contient un volume variable de méthane (CH_4). Pendant les activités qui vont de l'extraction à la manutention du charbon, le méthane captif est rejeté dans l'atmosphère.

Méthode

Dans les gisements houillers, le méthane est soit accumulé sous pression dans les cavités poreuses qui se trouvent à l'intérieur du gisement, soit absorbé par le charbon. La pression et le volume de méthane dans le gisement varient selon la qualité, la profondeur et l'environnement géologique du charbon. Pendant l'extraction, les formations géologiques naturelles sont dérangées et il se crée des passages qui permettent au gaz sous pression de se dégager dans l'atmosphère. Au moment où la pression exercée sur le charbon est réduite, le méthane absorbé est relâché. Les émissions fugitives se poursuivent jusqu'à ce que le méthane présent dans le charbon ait atteint un niveau d'équilibre avec les conditions atmosphériques environnantes.

TABLEAU 2.6-1 - ÉMISSIONS FUGITIVES DES CHARBONNAGES

Année	Méthane (Mt éq. CO_2)
1990	1,9
1991	2,1
1992	1,8
1993	1,8
1994	1,8
1995	1,7
1996	1,8

Les émissions de l'activité minière proviennent des surfaces de charbon exposées, des blocailles de charbon et de l'évaporation du méthane des gisements. Les activités postérieures à l'extraction telles que la préparation, le transport, l'entreposage ou le concassage final avant la combustion du charbon rejettent également du méthane. Les émissions qui se produisent pendant et après l'extraction sont incluses dans le calcul.

Les émissions provenant des mines de charbon canadiennes ont été estimées pour 1990 (King, 1994). Ces estimations ont été groupées par province et par type de mine (mine de surface ou souterraine) pour qu'on

puisse élaborer des coefficients composites fondés sur la production provinciale de charbon extraite de l'ouvrage *Statistique du charbon et du coke* (Statistique Canada, publication n° 45-002). Les coefficients élaborés sont illustrés au Tableau 2.6.1-2. Les émissions des mines de charbon ont été estimées en multipliant les données sur la production du charbon (Statistique Canada, publication n° 45-002) par les coefficients d'émission élaborés.

La méthode utilisée par King pour estimer les émissions des mines de charbon est une version modifiée d'un procédé élaboré par le Conseil consultatif de l'industrie du charbon. Elle intègre la méthode de niveau 3 du GIEC et des méthodes de niveau 2, selon l'accessibilité des données propres à l'exploitation houillère. On trouvera des détails sur la méthode utilisée dans le rapport de King, mais une brève description est fournie ci-dessous.

Mines souterraines

King a estimé les émissions des mines souterraines en se fondant sur les données disponibles pour chaque charbonnage. Il calculait la somme des émissions des systèmes d'aération, des systèmes de dégazéification et des activités postérieures à l'extraction. Lorsqu'il ne disposait pas de données chiffrées, il procédait par estimations.

Les émissions du système de ventilation des puits de mine étaient estimées (en l'absence de données chiffrées) en appliquant la formule suivante :

$$Y = 4,1 + (0,023 \times X)$$

où X est la profondeur de la mine en mètres

Y est le nombre de m³ de méthane par tonne de charbon extrait

On avait accès à des données chiffrées sur les émissions des systèmes de dégazéification.

Les émissions provenant des activités post-extraction ont été estimées en présumant que 60 p. 100 du méthane contenu dans le charbon (après son extraction de la mine) est libéré dans l'atmosphère avant la combustion. Quand la teneur en méthane du charbon n'était pas connue, on présumait qu'elle était de 1,5 m³/tonne (teneur en méthane moyenne à l'échelle mondiale).

Mines à ciel ouvert

Pour les mines à ciel ouvert, King présumait, en se fondant sur les données chiffrées américaines, que la teneur moyenne en gaz du charbon bitumineux extrait

en surface (ou du charbon sous-bitumineux) était de 0,4 m³/tonne. Il supposait ensuite que 60 p. 100 de ce volume était relâché dans l'atmosphère avant la combustion. Pour les lignites, ce sont les valeurs de la teneur en gaz telles qu'estimées par Hollingshead (1990) qui ont été utilisées.

Les gisements non exploités environnants constituent une autre source importante d'émissions des mines à ciel ouvert. Une tentative a été faite pour en tenir compte en appliquant un rajustement en fonction des émissions de méthane attribuables aux gisements adjacents non exploités situés à une profondeur de 50 m en-dessous du niveau le plus bas de l'exploitation minière. On a estimé que les coefficients d'émission de base pour l'extraction de surface devraient être augmentés de 50 p. 100 (King, 1994). Les coefficients du Tableau 2.6.1-2 ont été rajustés.

TABLEAU 2.6.1-2 COEFFICIENTS D'ÉMISSION
DES MINES DE CHARBON PAR
PROVINCE, TYPE DE CHARBON
ET MÉTHODE D'EXTRACTION

Province	Méthode	Type de charbon	Coefficient d'émission (t de CH ₄ /par kt de charbon)
Nouvelle-Écosse	souterraine	bitumineux	13,79
Nouvelle-Écosse	surface	bitumineux	0,13
Nouveau-Brunswick	surface	bitumineux	0,13
Saskatchewan	surface	lignite	0,06
Alberta	surface	bitumineux	0,45
Alberta	souterraine	bitumineux	1,76
Alberta	surface	sous-bitumineux	0,19
Colombie-Britannique	surface	bitumineux	0,58
Colombie-Britannique	souterraine	bitumineux	4,1

2.6.2 Pétrole et gaz naturel

Les émissions fugitives de l'industrie du pétrole et du gaz étaient de 51 Mt d'équivalent CO₂ en 1996, soit 13,5 Mt de CO₂ et 37,5 Mt de CH₄ équivalent CO₂. Cela représente une augmentation de 42 p. 100 par rapport à 1990.

Le secteur du pétrole et du gaz naturel comprend les émissions fugitives provenant de la production en amont de pétrole, de gaz et de pétrole synthétique, et de la distribution de gaz naturel. Dans l'industrie du pétrole et du gaz naturel, les émissions provenant de l'utilisation des combustibles pour la production

d'énergie sont incluses dans les catégories « Autres industries utilisant les combustibles fossiles » et exploitations minières de la section sur l'utilisation des combustibles.

Secteur amont classique de l'industrie pétrolière et gazière

Cette sous-catégorie inclut toutes les émissions fugitives provenant de la prospection, de la production, de la transformation et du transport du pétrole et du gaz. Ces émissions peuvent résulter de fuites du matériel d'exploitation (robinets de purge, équipement pneumatique alimenté au gaz de combustion), de joints défectueux (brides et soupapes), d'accidents, de déversements ou de rejets délibérés.

Le Tableau 2.6.2-1, à la page 31, montre les tendances des émissions de diverses activités pendant la période allant de 1990 à 1996. Les émissions provenant de la production de gaz naturel et de pétrole lourd se sont accrues de 40 et de 60 p. 100, respectivement, depuis 1990. L'augmentation des émissions résulte directement de l'augmentation de la production. Les émissions provenant du transport et de la transformation du gaz naturel ont augmenté de 20 et de 40 p. 100, respectivement. Les émissions des systèmes de transport du gaz naturel ont augmenté à un rythme plus lent que la production, puisqu'elles sont fonction de l'infrastructure plutôt que du volume de gaz transporté.

Forage des puits de pétrole et de gaz

Le forage des puits de pétrole et de gaz est une source d'émissions mineure. Les émissions proviennent des essais utilisant les tiges de forage, de l'échappement des gaz contenus dans les boues légères de forage et de l'évaporation des boues lourdes de forage.

Entretien des puits de pétrole et de gaz

L'entretien des puits est également une source d'émissions mineure. Les émissions proviennent principalement du traitement sous pression des puits de gaz peu profonds. Les émissions provenant de la vidange des événements des réservoirs de boue et de la dépressurisation des conduits, des puits et des réservoirs pourraient également être une source; toutefois, les données sont limitées et la source est considérée comme négligeable.

TABLEAU 2.6.2-1 ÉMISSIONS FUGITIVES DU SECTEUR AMONT DE L'INDUSTRIE PÉTROLIÈRE ET GAZIÈRE AU CANADA (Mt eq. CO₂)

Activité	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Torchage	5,8	5,7	5,8	6,0	6,1	6,8	7,2
CO ₂ brut	4,5	4,8	5,3	5,6	6,2	6,7	6,9
Forage de puits de pétrole et de gaz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Entretien de puits de pétrole et de gaz	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Production de gaz naturel	7,7	8,1	8,8	9,5	10	11	11
Production de pétrole léger et moyen	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0
Production de pétrole lourd	6,4	7,0	8,2	8,2	8,5	9,7	11,0
Production de bitume brut	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Transformation du gaz naturel	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2
Transport du gaz naturel	4,3	4,4	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2
Transport de produits liquides	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Accidents et déficiences de l'équipement	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	1,0
Événements de gaine et migration des gaz	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Total GES (kt éq. CO₂)	33	34	37	39	41	44	47

Production de gaz naturel

Le gaz naturel provient de l'exploitation de puits de gaz ou s'extrait conjointement à l'exploitation de puits de pétrole, de pétrole lourd et de bitume brut dotés de dispositifs de conservation du gaz. Les sources d'émissions sont les puits, les systèmes de collecte, les installations sur le site d'exploitation et les stations de prétransformation du gaz. La majorité des émissions proviennent de déficiences de l'équipement comme les fuites aux joints; cependant, les rejets provenant du gaz servant à l'alimentation de l'équipement pneumatique et aux opérations de nettoyage des pipelines sont également des sources importantes.

Production de pétrole léger et moyen

Cette production est définie par un type particulier de puits qui produisent des variétés de pétrole brut léger ou de densité moyenne ($<900 \text{ kg/m}^3$). Les émissions proviennent des puits, des pipelines ou des stations de prétransformation (simples, satellites ou centrales). Parmi les principales émissions, on peut citer l'échappement du gaz en solution et les émanations des installations d'entreposage. Même si la production a baissé depuis 1990, les émissions se sont accrues du fait de l'agrandissement des infrastructures.

Production de pétrole lourd

Le pétrole lourd est un liquide dense très visqueux ($>900 \text{ kg/m}^3$) et sa production exige une infrastructure particulière. On rencontre généralement deux types de systèmes de production de pétrole lourd : primaire et thermique. Les sources d'émissions de ces deux types sont les puits, la chaîne de production, les stations de prétransformation (simples et satellites), et les installations de nettoyage. L'échappement des gaz pris dans la gaine et des gaz en solution sont les principales sources d'émissions.

Production de bitume brut

Le bitume brut est un liquide dense très visqueux qui ne peut être extrait d'un puits avec des moyens de production primaire. Un procédé amélioré de récupération *in situ* est requis pour récupérer les hydrocarbures du gisement. Les sources d'émissions sont les puits, les pipelines, les stations de prétransformation satellites et les installations de nettoyage. L'échappement des gaz pris dans la gaine est la principale source d'émissions.

Transformation du gaz

Avant que le gaz naturel ne pénètre dans les pipelines de transport, il faut le transformer pour éliminer les contaminants et les hydrocarbures condensables. Parmi les différents types d'usine, on trouve des usines de gaz exempt de soufre, des usines de gaz sulfureux qui procèdent au torchage des gaz résiduels, des usines de gaz sulfureux qui extraient le soufre élémentaire et des usines de chevauchement. Les usines de chevauchement sont aménagées le long des canalisations de transport et elles récupèrent les hydrocarbures résiduels. Elles ont une structure et une fonction similaires à celles des installations de transformation du gaz et sont considérées en conjonction avec elles. Les fuites de l'équipement constituent la principale source d'émissions.

Transport du gaz naturel

Pratiquement tout le gaz naturel produit au Canada est transporté par pipeline, de l'usine de transformation à la porte des systèmes de distribution locaux. Les volumes transportés par camion sont minimes et présumés négligeables. Les émissions des systèmes de transport proviennent des fuites de l'équipement et des événements liés au procédé même. On peut citer ici le démarrage du compresseur et la purge du pipeline pendant l'entretien. Les fuites de l'équipement représentent la principale source d'émissions.

Transport des produits liquides

Le transport des produits liquides des installations de transformation locales vers les raffineries ou les distributeurs produit des émissions résultant du chargement et du déchargement des camions-citernes, des pertes en cours d'entreposage, des fuites de l'équipement et des événements liés au procédé même. Les systèmes de transport concernés sont les suivants : les systèmes de transport du gaz propane (GPL) (à la fois le transport terrestre et les pipelines à vapeur à haute pression), les systèmes de transport du gaz naturel liquide servant pour le pentane supérieur (à la fois le transport de surface et les pipelines à vapeur à basse pression), et les systèmes de pipeline pour le pétrole brut.

Accidents et pannes d'équipement

Ce secteur comprend les émissions résultant d'erreurs humaines ou de bris extraordinaires de l'équipement à toutes les étapes du secteur amont classique de l'industrie pétrolière et gazière. Les émissions proviennent principalement de la rupture de pipelines, de l'éruption de puits ou de déversements accidentels. Les émissions provenant de l'élimination et de l'épandage des déversements ne sont pas incluses en raison de l'insuffisance des données.

Événements de gaine et migration des gaz

À certains puits, les fluides de gisements avoisinants pénètrent dans la gaine. Selon le type de puits, ces fluides seront recueillis, scellés dans la gaine et brûlés à la torche, ou ils s'évaporeront dans l'atmosphère. Les émissions vaporeuses sont estimées dans la présente section.

À certains puits, particulièrement dans la région de Lloydminster, le gaz peut migrer à l'extérieur du puits, soit à cause d'une fuite dans le tube d'écoulement ou d'un gisement gazéifère qu'on a pénétré sans l'exploiter. Les émissions de gaz atteignant la surface à travers les strates avoisinantes ont été estimées.

Torchage du gaz naturel

Toutes les émissions fugitives provenant du torchage dans le secteur amont de l'industrie pétrolière et gazière sont incluses ici. Les émissions ne sont pas répertoriées par région pour assurer le respect du format de compte rendu du GIEC. Toute émission associée à l'élimination d'un combustible résiduaire sans qu'il y ait récupération de chaleur entre dans la catégorie des émissions provenant du torchage. Dans le secteur amont de l'industrie pétrolière et gazière, le gaz résiduaire est toujours brûlé à la torche quand il est sulfureux (pour des raisons de sécurité); toutefois, le gaz exempt de soufre est souvent éliminé par évaporation.

Rejets bruts de CO₂

Le gaz naturel brut contient du dioxyde de carbone qui est éliminé et s'évapore dans l'atmosphère à l'installation de transformation. On parle ici de rejets bruts de CO₂.

Méthode

L'estimation des émissions fugitives du secteur amont de l'industrie pétrolière et gazière, de 1990 à 1996, est fondée sur une étude récente. L'Association canadienne des producteurs pétroliers (ACPP) et Environnement Canada ont demandé à Clearstone Engineering de préparer un inventaire détaillé des émissions du secteur amont classique de l'industrie pétrolière et gazière pour la période allant de 1990 à 1996. Les estimations sont fondées sur la version provisoire du rapport (Picard et Ross, 1998). Les détails de la méthode de calcul seront exposés dans le rapport final.

L'estimation des émissions réalisée par Clearstone est une étude d'ingénierie rigoureuse fondée sur les divers produits, procédés et infrastructure utilisés dans le secteur amont de l'industrie canadienne du pétrole et du gaz. Les coefficients d'émission appropriés ont été obtenus à partir de certaines publications (Radian, EPA, etc.) ou estimés à partir d'informations propres à l'industrie telles que la taille moyenne d'un bassin à boue, d'un réservoir d'entreposage, etc. Les données relatives aux activités ont été extraites, notamment, des calendriers d'utilisation d'équipement des usines de transformation, de la cadence de production et des ratios gaz-pétrole extraits de diverses sources telles que l'Alberta Energy and Utilities Board, Ressources naturelles Canada et les ministères provinciaux de l'Énergie. Il s'agit d'une méthode rigoureuse, comparable à celles du GIEC, troisième niveau.

Dans les tableaux synthèses du GIEC, les émissions dérivées du pétrole sont celles qui proviennent de la production de pétrole léger et moyen, de pétrole lourd et de bitume brut ainsi que du transport de produits liquides. Les émissions liées au secteur du gaz naturel sont celles qui proviennent du forage et de l'entretien des puits, de la production, de la transformation, et de la migration des gaz, des accidents et des pannes de l'équipement. Les émissions dues à l'évaporation et au torchage sont établies en calculant la somme des émissions dues au torchage de l'ensemble des activités et des rejets de dioxyde de carbone brut.

Les émissions fugitives du secteur amont des industries pétrolières et gazières pour 1997 figurent au Sommaire et dans les tableaux des annexes. Les estimations ont été calculées par application d'une méthode d'extrapolation simplifiée. Pour plus de détails, voir l'Annexe B4.

Production non classique de pétrole brut

Les émissions dans ce secteur étaient de 0,88 Mt en 1996, ce qui représente dix fois le niveau de 1990. Le secteur inclut les opérations d'extraction minière des sables bitumineux à ciel ouvert et les installations de raffinage du pétrole synthétique lourd au Canada. Les émissions proviennent principalement de l'évaporation du méthane du site d'extraction et des bactéries méthanogènes qui se trouvent dans les bassins de décantation des résidus miniers. Ce sont les bactéries méthanogènes des bassins de décantation qui ont produit l'augmentation spectaculaire des émissions. C'est un phénomène récemment découvert, actuellement étudié par les exploitants. On présume que la mise en oeuvre de nouvelles techniques de récupération du bitume permettra de réduire les hydrocarbures plus légers dans le flux des déchets et que les émissions diminueront proportionnellement.

Méthode

Les données relatives aux émissions proviennent des estimations effectuées par les exploitants des installations Suncor, Syncrude et Husky. Ces données ont été compilées dans l'étude provisoire entreprise pour le compte de l'Association canadienne des producteurs pétroliers (CAPP) et d'Environnement Canada (T. McCann, 1998). La description des méthodes sera disponible dans le rapport final. On a présumé que les émissions de 1997 resteraient au niveau de 1996.

TABLEAU 2.6.2.2 — EMISSIONS FUGITIVES
PROVENANT DE LA PRODUCTION
NON CLASSIQUE DE PÉTROLE BRUT
(Mt eq. CO₂)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Extraction de sable bitumineux et raffinage du pétrole lourd	0,09	0,27	0,34	0,48	0,61	0,71	0,88

Distribution du gaz naturel

Les émissions fugitives du réseau de distribution du gaz naturel étaient de 3 Mt en 1996, une augmentation de 9 p. 100 par rapport à 1990. Le réseau de distribution du gaz naturel reçoit le gaz à haute pression à l'entrée du système de transport et distribue ce gaz aux consommateurs par l'entremise de son réseau de pipelines locaux. Environ la moitié des émissions viennent principalement des événements de la station pendant l'entretien.

TABLEAU 2.6.2.3 — EMISSIONS FUGITIVES
PROVENANT DES RÉSEAUX DE
DISTRIBUTION DU GAZ NATUREL
(Mt eq. CO₂)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Réseaux de distribution	2,8	2,8	2,9	2,8	2,9	3,0	3,0

Méthode

Les estimations ont été extraites d'une étude de Radian entreprise en 1997 pour le compte de l'Association canadienne du gaz. L'étude a estimé les émissions nationales pour 1990 et 1995. Radian a interrogé les compagnies de distribution de gaz naturel pour obtenir les calendriers d'utilisation d'équipement et les paramètres de fonctionnement des réseaux. Radian calcule les émissions en se fondant sur les coefficients d'émission de l'EPA, d'autres ouvrages publiés et du génie civil. Les données sur les activités ont été obtenues dans des ouvrages publiés et à partir de sondages auprès de compagnies faisant partie du réseau de distribution. Ces sondages ont permis d'obtenir des renseignements sur les calendriers d'utilisation d'équipement, les paramètres de fonctionnement de l'équipement, la longueur des pipelines utilisés dans le réseau de distribution canadien, etc. Il s'agit d'une méthode de niveau 3 rigoureuse du GIEC.

Les estimations fournies pour 1990 et 1995 ont été extraites directement de l'inventaire national. Les estimations pour les années intermédiaires ont été élaborées par extrapolation des résultats de 1990 à 1995 à partir des fluctuations de la longueur des pipelines de distribution canadiens. La longueur des pipelines de gaz naturel a été obtenue dans l'ouvrage de Statistique Canada intitulé « Transport et distribution du gaz naturel » (Statistique Canada, publication n° 57-205).

2.7 Bibliographie

Barton P., Simpson, J. *The Effects of Aged Catalysts and Cold Ambient Temperatures on Nitrous Oxide Emissions*, rapport MSERD no 94-21 (non publié), Environnement Canada, 1995.

Association canadienne de l'électricité/Ressources naturelles Canada (Division des énergies renouvelables et électriques), *Electric Power in Canada*, éditions annuelles, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 1991-1997.

De Soete, G. *Updated Evaluation of Nitrous Oxide Emissions from Industrial Fossil Fuel Combustion*, ébauche du rapport final préparée pour la Communauté européenne de l'énergie atomique par l'Institut français du pétrole, réf. 37-559, 1989.

GIEC. *Greenhouse Gas Reference Manual. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996*, 1997.

Hollingshead, B. *Methane Emissions from Canadian Coal Operations: A Quantitative Estimate*. Coal Mining Research Company, mars 1990.

Jaques A.P. *Estimations des émissions de gaz provoquant l'effet de serre au Canada en 1990*, Rapport SPE5/AP/4, Environnement Canada, 1992.

King, B. *Management of Methane Emissions from Coal Mines: Environmental, Engineering, Economic and Institutional Implications of Options*, Neill et Gunter Ltd., Dartmouth, Nouvelle-Écosse, mars 1994.

McCann T.J. *CH₄ and VOC Emissions from the Canadian Upstream Oil and Gas Industry*, vol. 3, T.J. McCann and Associates Ltd. Calgary, 1998 (ÉAUCHE).

Meyer, April. *Fuel Life Cycle Greenhouse Gas Emissions in Canada by Province and Territory for On Road Transportation: Gasoline, Diesel, Natural Gas, and Propane Vehicles 1990 to 1995*, rapport interne, Direction des données sur la pollution, Environnement Canada, 1997.

Picard D.J. et Ross B.D. *CH₄ and VOC Emissions from the Canadian Upstream Oil and Gas Industry*, vol. 1 et 2, Clearstone Engineering, Calgary, décembre 1998 (ÉBAUCHE).

Prakash, C. *Improved Motor Vehicle Emissions from Gaseous Fuels*, document non publié, Division des systèmes de transport, Environnement Canada, 1996.

Pringent, M., De Soete, G. "Nitrous Oxide (N₂O) in Engines Exhaust gases - A First Appraisal of Catalyst Impact", Society of Automotive Engineers, Technical Paper Series 890492, 1989.

Radian International LLC. *1995 Air Emissions Inventory of the Canadian Natural Gas Industry*, Calgary, septembre 1997.

Ressources naturelles Canada, *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 1996*, Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada, 1998.

Smith, Lawrence R. et Penny M. Carey. *Characterization of exhaust emissions from passenger cars equipped with three-way catalyst control systems*, SAE paper 800822, 1982.

Statistique Canada. *Annuaire du Canada 1999*, Division des communications de Statistique Canada, Ottawa, 1999.

Statistique Canada. *Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, publication n° 57-003, 1990-1997, éditions annuelles.

Statistique Canada. *Aviation civile canadienne*, publication n° 51-206 XPB, édition annuelle.

Statistique Canada. *Electric Power Annual*, publication n° 57-202, 1990-1996, édition annuelle.

Statistique Canada. *Le transport ferroviaire au Canada*, publication n° 52-216 XPB, 1990-1996, édition annuelle.

Statistique Canada. *Le transport maritime au Canada*, publication n° 54-205 XPB, 1990-1996, édition annuelle.

Statistique Canada. *L'industrie du pétrole brut et du gaz naturel*, publication n° 26-006, 1990-1997, éditions annuelles.

Statistique Canada. *Transport du pétrole brut et des produits pétroliers raffinés par oléoduc*, publication no 55-201 XPB, 1990-1996, édition annuelle.

Statistique Canada. *Statistique du charbon et du coke*, publication n° 45-002, 1990-1997, éditions annuelles.

Statistique Canada. *Transport et distribution du gaz naturel*, publication n° 57-205, 1990-1997, éditions annuelles.

Statistique Canada. *Transport terrestre et maritime au Canada*, publication n° 50-205 XPB, 1990-1996, édition annuelle.

Statistique Canada. *Le camionnage au Canada*, publication n° 53-222 XPB, 1990-1996, édition annuelle.

Transport Canada, Division de la sécurité routière, *Company Average Fuel Consumption for Canadian New Vehicles*, Transports Canada, Ottawa, 1998.

Transports Canada, Systèmes d'information T-Facts, Données statistiques - Dossier de marine (Données, t-km par secteur), <http://www.tc.gc.ca/tfacts/t-facts2e/>, dernière mise à jour, 1998.

Transports Canada, *Les transports au Canada 1996 - Rapport annuel*, gouvernement du Canada, ministère des Transports, Ottawa, 1997.

Urban, Charles M. et Garbe Robert J. *Exhaust emissions from malfunctioning three-way catalyst-equipped automobiles*, SAE paper 820783, 1980.

U.S. Environmental Protection Agency. *Stationary Point and Area Sources, Volume 1 of Compilation of Air Pollutant Emission Factors*, U.S. EPA AP-42, quatrième édition, septembre 1985.

Section 3 – Procédés industriels

Le secteur des procédés industriels englobe les émissions de tous les gaz à effet de serre attribuables aux procédés industriels quand ces gaz sont un sous-produit direct de ces procédés. Les émissions des combustibles fossiles utilisés aux seules fins de fournir l'énergie alimentant les procédés sont comptabilisées dans le secteur de l'énergie. Les procédés industriels représentaient environ 8 p. 100 des émissions de gaz à effet de serre en 1996 (voir la figure 3-1), une augmentation d'environ 13 p. 100 par rapport aux niveaux de 1990 principalement attribuable à l'utilisation accrue de produits non énergétiques indifférenciés. Les émissions sont constituées à 66 p. 100 de dioxyde de carbone (CO_2), 20 p. 100 d'oxyde nitreux (N_2O), 10 p. 100 d'hydrocarbures perfluorés (HPF) et 2 p. 100 d'hexafluorure de soufre (SF_6).

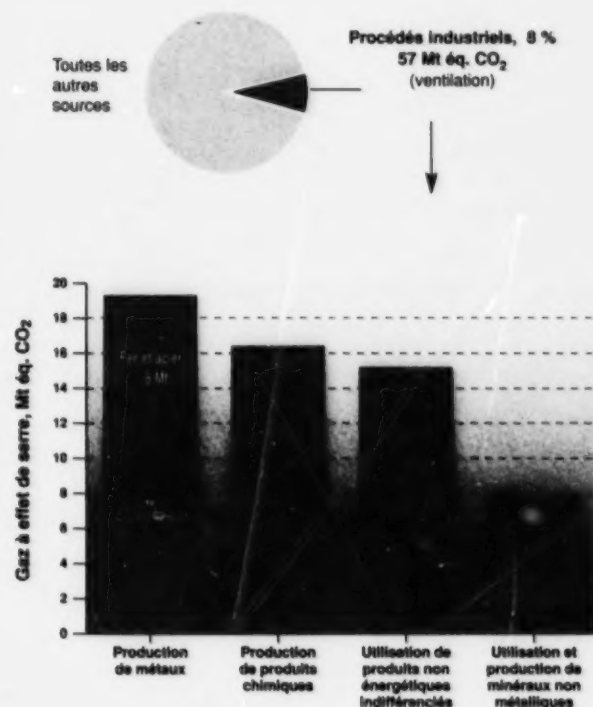


FIGURE 3-1
Sources des gaz à effet de serre
des procédés industriels en 1996

Les émissions sont groupées selon les catégories suivantes : produits métalliques, produits chimiques, produits non énergétiques indifférenciés et produits minéraux non métalliques.

3.1 Production et utilisation de minéraux non métalliques

La production de minéraux non métalliques a généré des émissions de 7,8 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, une augmentation de 5 p. 100 par rapport à 1990. Ces émissions proviennent de la fabrication de ciment et de chaux vive, ainsi que de l'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude. Les tendances dans ces sous-secteurs sont illustrées au tableau 3.1-1.

TABEAU 3.1-1
ÉMISSIONS DE LA
PRODUCTION DE MINÉRAUX
NON MÉTALLIQUES (Mt éq. CO_2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Production de ciment	5,9	4,7	4,3	4,7	5,3	5,4	5,5
Production de chaux	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0
Utilisation de calcaire	0,37	0,36	0,39	0,24	0,22	0,28	0,28
Utilisation de bicarbonate de soude	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Total	8,2	7,0	6,6	6,9	7,5	7,7	7,8

3.1.1 Fabrication de ciment

Les émissions provenant de la production de ciment étaient de 5,5 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, une diminution de 7 p. 100 par rapport à 1990. Les tendances des émissions sont étroitement liées à l'activité de l'industrie de la construction résidentielle.

Méthode employée

Le dioxyde de carbone est produit pendant la production du clinker, un produit intermédiaire dont dérive le ciment. Le carbonate de calcium (CaCO_3) provenant de la pierre calcaire, de la craie ou d'autres

matériaux riches en calcium est chauffé dans un four à haute température pour produire de la chaux vive (CaO) et du dioxyde de carbone au cours d'un processus appelé *calcination*.



La chaux se combine avec des matériaux contenant de la silice pour produire le clinker (des granules de couleur gris foncé ayant l'apparence d'une bille de 12 mm de diamètre). Le clinker est enlevé du four, refroidi, pulvérisé et additionné de gypse pour devenir du ciment Portland. Presque tout le ciment produit au Canada est de type Portland (Ortech, 1994) et contient 60 à 67 p.100 de chaux par unité de poids. D'autres ciments spéciaux ont moins de chaux, mais il s'agit surtout de ciments utilisés en petite quantité. Des recherches sont en cours sur des formules de ciments qui, tout en contenant moins de chaux, auraient les mêmes propriétés structurales que le ciment Portland (Tresouthick et Mishulovich, 1990). Les émissions de dioxyde de carbone provenant de la production du ciment sont directement proportionnelles au contenu de chaux de sorte que le ciment à plus faible teneur en chaux produit moins de CO₂.

Les émissions provenant de la production du ciment sont estimées en appliquant un coefficient d'émission de 500 g/kg CO₂ à la production nationale annuelle de ciment. Le coefficient d'émission est fondé sur la teneur en chaux du clinker. On a présumé que le clinker produit au Canada avait une teneur en chaux moyenne de 63,5 p. 100 (Jaques, 1992) et que tout le ciment produit au Canada était de type Portland. On a adopté la méthode par défaut du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC, 1997) et le coefficient d'émission retenu ne s'écarte pas de plus de 1 p. 100 du coefficient implicite du Groupe. Les données sur la production de ciment ont été extraites de l'*Annuaire des minéraux du Canada* (RNCAN, 1996).

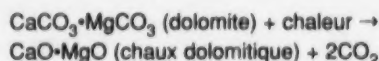
Les émissions résultant de l'utilisation des combustibles fossiles pour la production de la chaleur nécessaire à activer la réaction dans le four tombent dans la catégorie du secteur de l'énergie et ne sont pas prises en compte ici.

3.1.2 Fabrication de chaux

Les émissions de dioxyde de carbone provenant de la production de chaux au Canada étaient de 2,0 Mt d'équivalent CO₂ en 1996, une augmentation de 10 p. 100 par rapport à 1990.

Méthode

La pierre calcaire calcinée (chaux vive ou CaO) se forme quand on chauffe le calcaire pour décomposer les carbonates. Comme pour la production de ciment, cette opération est habituellement effectuée à haute température dans un four rotatif et le procédé produit du dioxyde de carbone. Le calcaire à haute teneur en calcium (ou calcite) est transformé de cette manière à partir du calcaire extrait des carrières en vue de produire de la chaux vive selon la réaction déjà exposée au point 3.1.1 ci-dessus. On peut également transformer le calcaire dolomitique (ou magnésite) à haute température pour obtenir de la chaux dolomitique (et des émissions de CO₂) conformément à la réaction suivante :



La masse de CO₂ produite par unité de chaux fabriquée peut être estimée à partir du poids moléculaire et de la teneur en chaux des produits. Les émissions sont estimées en appliquant un facteur d'émission de 790 g de CO₂ par kg de chaux vive produite au Canada. On a présumé que toute la chaux est produite à partir de calcaire à haute teneur en calcium et que la production de chaux dolomitique est négligeable. Les données sur la production de la chaux vive ont été extraites de l'*Annuaire des minéraux du Canada* (RNCAN, 1996).

Les émissions provenant de la régénération de la chaux vive à partir de la pulpe usée des usines de pâtes et papiers n'est pas incluse dans l'inventaire puisque le CO₂ est d'origine biosynthétique et qu'il devrait être enregistré comme une évolution du patrimoine forestier dans la section Changement d'affectation des terres et foresterie.

3.1.3 Utilisation de calcaire

Les émissions provenant de l'utilisation du calcaire étaient de 0,28 Mt d'équivalent CO₂ en 1996, une diminution de 0,9 Mt par rapport à 1990.

Méthode

Le calcium est utilisé dans un certain nombre d'industries. En plus de la production du ciment et de la chaux destinés à la revente, deux autres procédés en exigent d'importantes quantités : la fusion des métaux

et la fabrication du verre. Puisque ces industries utilisent le calcaire à haute température, ce dernier est calciné et produit de la chaux et du CO_2 dans le cadre de la réaction décrite aux points 3.1.1 et 3.1.2 ci-dessus.

Les émissions sont calculées en recueillant des données sur la consommation de calcaire brut par les industries métallurgiques et les verreries dans l'*Annuaire des minéraux du Canada* (RNCan, 1996) et en appliquant le coefficient d'émission qui convient à la production de chaux non dolomitique. C'est la méthode par défaut du GIEC. Aucune donnée n'est disponible sur la fraction de calcaire utilisée qui est dolomitique; on présume qu'elle est négligeable.

3.1.4 Fabrication et utilisation de bicarbonate de soude

Les émissions provenant de l'utilisation du bicarbonate de soude dans la fabrication du verre étaient de 0,06 Mt d'équivalent CO_2 en 1996.

Méthode

Le bicarbonate de soude (carbonate de sodium, Na_2CO_3) est un solide blanc cristallin utilisé comme matériau brut dans un grand nombre d'industries, y compris les verreries, les manufactures de savon et de détergent, le papeteries ainsi que les stations de traitement des eaux (U.S. Energy Information Administration, 1994). Au Canada, son usage est restreint à l'industrie du verre.

Le dioxyde de carbone est émis au moment où le bicarbonate de soude se décompose à haute température dans le four de verrerie. Pour chaque mole de bicarbonate de soude utilisée, une mole de CO_2 est émise. Par conséquent, la masse du CO_2 émis peut être évaluée à partir des données sur la consommation et de la stoechiométrie du processus chimique, conformément à la formule suivante :

$$\begin{aligned}\text{CE} &= 44,01 \text{ g/mole } \text{CO}_2 / 105,99 \text{ g/mole } \text{Na}_2\text{CO}_3 \\ &= 415 \text{ kg/tonne } \text{Na}_2\text{CO}_3\end{aligned}$$

Les renseignements sur la consommation ont été extraits de la publication *Industries des produits minéraux non métalliques* (Statistique Canada, publication n° 44-250). Des données limitées ont été publiées par Statistique Canada depuis 1993 (en raison de la perte de certaines données). On a présumé que les émissions sont restées constantes depuis 1993. Les coefficients d'émission et les méthodes utilisées sont conformes aux modèles par défaut du GIEC.

En fonction du procédé industriel utilisé, du dioxyde de carbone peut également être émis pendant la production du bicarbonate de soude. Le dioxyde de carbone est généré comme un sous-produit, mais il est habituellement récupéré et recyclé pour servir à l'étape de la carbonisation. Selon les représentants de l'industrie canadienne, aucune émission n'est associée à la production de bicarbonate de soude au Canada (General Chemical Canada Inc., 1994).

3.2 Produits chimiques

Les émissions des principaux procédés de fabrication de produits chimiques étaient de 16 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, une augmentation de 7 p. 100 par rapport à 1990 principalement due à l'accroissement de la production d'ammoniac et d'acide nitrique (voir le tableau 3.2-1).

TABLEAU 3.2-1 ÉMISSIONS DE LA FABRICATION DE PRODUITS CHIMIQUES (Mt eq. CO_2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Production d'ammoniac (CO_2)	3,2	3,2	3,3	3,6	3,7	4,1	4,1
Production d'acide adipique (N_2O)	11	10	10	9,1	11	11	11
Production d'acide nitrique (N_2O)	0,78	0,77	0,78	0,78	0,77	0,78	0,79
Total	15	14	14	13	15	16	16

3.2.1 Production d'ammoniac

Les émissions provenant de la production d'ammoniac étaient de 4,1 Mt en 1996, une augmentation de 28 p. 100. L'ammoniac sert surtout à la fabrication des engrais.

Méthode

La plus grande partie de l'ammoniac produit au Canada est fabriqué selon le procédé Haber-Bosh dans le cadre duquel l'azote et l'hydrogène réagissent pour produire l'ammoniac. L'hydrogène est habituellement produit dans le cadre du reformage à la vapeur du gaz naturel. Cette réaction génère du dioxyde de carbone à titre de sous-produit. Un coefficient d'émission de 1,56 t de CO_2 /t de NH_3 produite a été élaboré (Jaques, 1992) en tenant compte des contraintes matérielles régissant la production de l'ammoniac au Canada.

Une grande partie de l'ammoniac fabriqué est toutefois utilisée pour la production de l'urée, ce qui permet de consommer une fraction importante du dioxyde de carbone qui aurait, autrement, été rejeté dans l'atmosphère. Le carbone présent dans l'urée peut soit être capté par les plantes ou s'évaporer dans l'atmosphère après son épandage sur les sols. Il s'agit toutefois d'une application agricole qui est comptabilisée sous la rubrique des émissions de CO_2 provenant des sols, à la section 5. Le carbone utilisé pour la production de l'urée est déduit du volume total de dioxyde de carbone qui découle de la production d'ammoniac. Bien que contraire à la procédure recommandée par le GIEC, cet ajustement s'avère nécessaire puisqu'il empêche la double comptabilisation des émissions provenant des sols agricoles¹.

Une partie de l'hydrogène produit dans le cadre de la fabrication d'ammoniac dérive d'autres sous-produits des procédés chimiques. On a estimé qu'un volume de 0,5 Mt d'ammoniac provient de sources autres que le gaz naturel (Jaques, 1990); les chiffres relatifs à la production brute d'ammoniac ont été réduits en conséquence.

Les estimations sur le volume total d'ammoniac et d'urée produit ont été obtenues auprès de l'*Institut canadien des engrais* (ICE, 1996) et extraites de l'ouvrage *Produits chimiques industriels et résines synthétiques* (Statistique Canada, 1997).

3.2.2 Production d'acide nitrique

L'acide nitrique est surtout utilisé pour la production d'engrais. On l'utilise également pour la fabrication d'explosifs et d'autres produits chimiques. Les émissions provenant de la production d'acide nitrique étaient de 0,79 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, pratiquement le même volume qu'en 1990.

Méthode

Au moment où l'acide nitrique (HNO_3) est produit à partir de l'ammoniac (NH_3), il y a émission d'oxyde nitreux (N_2O). Les émissions d'oxyde nitreux sont proportionnelles au volume d'ammoniac utilisé et la concentration d'oxyde nitreux dans les gaz d'échappement dépend du type d'usine et de ses dispositifs de captage des émissions. Les émissions d'oxyde nitreux ont été estimées à l'aide de l'information fournie par l'industrie, qui repose elle-même sur des mesures et calculs propres à chaque entreprise (ICI, 1991; Norsk Hydro, 1991). Les émissions déclarées à l'origine allaient de 2 à 20 kg de N_2O /t d'ammoniac brûlé lors de la production de HNO_3 . Les émissions des usines canadiennes se situent à l'extrémité

inférieure de cette fourchette (Collis, 1992), de sorte que les coefficients d'émission applicables au Canada ont été calculés à partir des techniques courantes de réduction des émissions.

Des coefficients d'émission ont été élaborés

- 1) pour les usines dotées de convertisseurs catalytiques – 0,66 kg N_2O /t HNO_3 ;
- 2) pour les usines dotées de dispositifs perfectionnés de réduction des NO_x de type 1 – 9,4 kg N_2O /t HNO_3 ;
- 3) pour les usines dotées de dispositifs perfectionnés de réduction des NO_x de type 2 – 12 kg N_2O /t HNO_3 .

Toutes les usines canadiennes, à l'exception des usines albertaines, sont dotées de convertisseurs catalytiques. Pour l'Alberta, on a présumé que 175 kt de HNO_3 sont produites par une usine disposant de dispositifs perfectionnés de type 1 et que 130 kt de HNO_3 sont produites par une usine dotée de dispositifs perfectionnés de type 2, le reste provenant d'usines dotées de convertisseurs catalytiques. La méthode d'estimation est la méthode recommandée par le GIEC, et les coefficients se situent dans la fourchette publiée par cet organisme.

3.2.3 Production d'acide adipique

L'acide adipique est utilisé principalement pour la fabrication du nylon. Pendant sa production, un volume important de N_2O est produit et se répand habituellement dans l'atmosphère. Les émissions d'oxyde nitreux provenant de la production d'acide adipique étaient de 11 Mt d'équivalent CO_2 en 1996. Ces émissions sont restées passablement stables depuis 1990. Avec l'installation, en 1997, des dispositifs de réduction des émissions à la seule usine de production d'acide adipique en service au Canada, on s'attend à ce que les émissions de N_2O déclinent de façon abrupte dans les futurs inventaires.

Méthode employée

Thiemens et Trogler ont analysé le processus provoquant l'émission de N_2O pendant la fabrication de l'acide adipique servant à la production de nylon.

¹ Cette méthode est utilisée aux seules fins de l'attribution, à une catégorie préalable, de la quantité de CO_2 émise lors de la production d'ammoniac. En ce qui a trait aux totaux réels de l'inventaire, tout le dioxyde de carbone émis à partir de l'utilisation non énergétique des combustibles fossiles est calculé selon la méthode de l'utilisation non différenciée des produits qui ne contribuent pas à la production d'énergie (voir le point 3.5).

Environ 0,303 kg de N_2O /kg de produits sont rejetés. Les estimations d'émissions provenant de cette source sont fournies par le seul producteur d'acide adipique du Canada, l'installation Dupont Maitland. Le calcul des émissions est fondé sur la production d'acide adipique. Avec l'adoption par l'industrie en 1997, de la technologie antipollution, les émissions ont commencé à être surveillées. Dans les futurs inventaires, les résultats mesurés seront déclarés.

3.3 Fabrication de métaux

La fabrication des métaux a provoqué l'émission de 19 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, pratiquement le même niveau qu'en 1990. L'industrie sidérurgique et les fabricants d'aluminium et de magnésium sont les principales sources. Il y a eu des réductions significatives du volume d'émissions des usines de fabrication de magnésium en raison de l'amélioration des techniques de production; ces gains ont contrebalancé l'augmentation des émissions dues à l'industrie sidérurgique.

TABLEAU 3.3.1 ÉMISSIONS DE LA FABRICATION
DES MÉTAUX (Mt éq. CO_2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Sidérurgie (fer et acier)	7,6	8,9	9,1	8,8	8,0	8,5	8,3
Production d'aluminium	9	9	10	11	11	10	10
Production de magnésium	2,9	3,3	2,2	2,0	2,0	1,9	1,4
Total	19	21	21	22	21	20	19

3.3.1 Sidérurgie (fabrication de fer et d'acier)

L'industrie sidérurgique a produit, en 1996, 8,3 Mt d'équivalent CO_2 , une augmentation de 9 p. 100 par rapport à 1990.

Méthode

Le fer est produit par un procédé de réduction de l'oxyde de fer (minerai) à haute température en présence de coke métallurgique (agent réducteur) en vue de produire de la fonte brute. Le coke métallurgique utilisé dans le haut fourneau est oxydé

et rejeté dans l'atmosphère sous forme de CO_2 . Une certaine quantité de carbone est stockée dans la fonte brute. Cependant, les principales émissions se produisent pendant la production de l'acier. L'acier est fabriqué à partir de la fonte brute ou de pièces d'acier mises au rebut, à l'aide d'un arc électrique, d'un convertisseur basique ou d'un cubilot.

On a estimé les émissions en appliquant le coefficient d'émission de la combustion du coke métallurgique (annexe C) au volume de coke utilisé dans l'industrie sidérurgique. Les données relatives au coke métallurgique sont extraites du *Bulletin trimestriel – disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* (Statistique Canada, 57-003). Cette méthode est fondée sur la quantité d'agent réducteur utilisée et elle est semblable à la méthode recommandée par le GIEC. Cette estimation n'inclut pas les émissions provenant de la production d'acier à l'arc électrique ou dans des convertisseurs basiques. Les émissions résultant de l'oxydation des anodes au carbone sont déclarées au point 3.5 « Utilisation de produits non différenciés ne produisant pas d'énergie ». Les émissions provenant de l'utilisation de combustibles tels que les gaz des fours à coke ne sont pas déclarées ici, mais bien dans le secteur de l'énergie.

3.3.2 Fabrication d'aluminium

Tendances et aperçu

Les émissions provenant de la production d'aluminium étaient de 10 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, une augmentation de 10 p. 100 par rapport à 1990. Ces émissions sont constituées de 40 p. 100 de CO_2 , le reste étant dû au rejet d'hydrocarbures perfluorés (CF_4 et C_2F_6). La production d'aluminium s'est accrue depuis 1994, mais les émissions ont diminué en raison du perfectionnement des méthodes de production.

Les usines sont caractérisées par le type de technologie utilisée pour l'anode. En général, les usines les plus anciennes ayant recours à la technologie « Söderberg » ont un volume d'émissions plus élevé que les nouvelles usines, habituellement équipées d'anodes précurées. On a eu tendance, dans l'industrie canadienne de l'aluminium, à moderniser les installations pour augmenter la productivité. Dans certains cas, les alumineries ont dû remplacer les anciennes chaînes de production par de nouvelles pour répondre à une demande croissante.

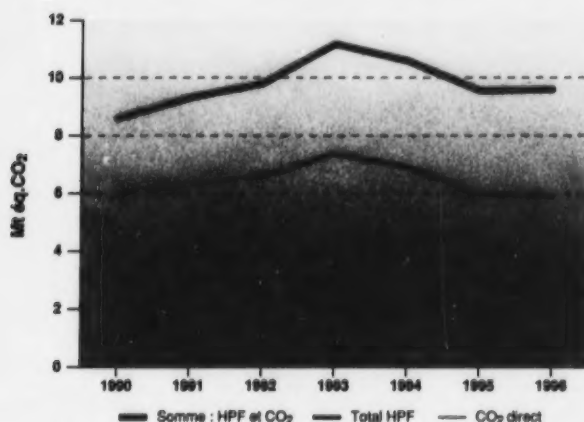


FIGURE 3.3.2-1
Émissions de gaz à effet de serre
des alumineries au Canada

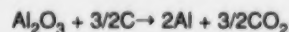
Entre 1990 et 1996, les émissions d'hydrocarbures perfluorés par tonne d'aluminium ont baissé. On en a tenu compte dans les données présentées à la figure 3.3.2-1. Néanmoins, la modernisation des usines ne semble pas avoir réduit les taux d'émission de CO₂ par tonne d'aluminium primaire produit.

Contexte et méthode employée

L'aluminium primaire est produit en deux étapes. Tout d'abord, le minerai de bauxite est moulu, purifié et calciné en vue de produire de l'alumine. Ensuite, l'alumine est réduite dans un creuset géant par un procédé de fusion, au moyen d'anodes en carbone. Le creuset lui-même, un contenant en acier peu profond, forme la cathode, tandis que des plaquettes de carbone suspendues servent d'anodes. Dans le creuset, l'alumine (Al₂O₃) est dissoute dans un bain de fluore formé principalement de cryolite (Na₃AlF₆). Le passage d'un courant par la résistance de la cellule a un effet calorifique qui maintient le contenu dans un état liquide. De l'aluminium en fusion se forme tandis que l'anode est consommée par la réaction. L'aluminium se forme à la cathode et s'accumule au fond du creuset.

On sait que trois gaz à effet de serre – le dioxyde de carbone, le tétrafluorure de carbone (CF₄) et l'hexafluorure de carbone (C₂F₆) – sont émis durant le processus de réduction; les deux derniers, le CF₄ et le C₂F₆, sont classés dans la catégorie des hydrocarbures perfluorés. Il s'agit de gaz à effet de serre extrêmement inertes et puissants : le potentiel de réchauffement planétaire sur 100 ans (PEP) du CF₄ est de 6 300, tandis que celui du C₂F₆ est de 12 500.

Tandis que l'anode est consommée, du dioxyde de carbone se forme conformément à la réaction suivante (pourvu qu'une quantité suffisante d'aluminium soit présente à la surface de l'anode) :

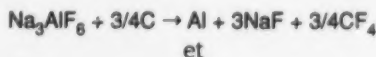


La plus grande partie du dioxyde de carbone provient de la réaction de l'anode de carbone avec l'alumine, mais d'autres émissions de CO₂ se produisent quand l'anode réagit à d'autres sources d'oxygène (en particulier l'air). Cette réaction se produit pendant le fonctionnement de la pile et, dans le cas d'électrodes précuites, au cours de la fabrication de l'anode. Ortech (1994) a calculé les coefficients d'émission dus à la production pour l'ensemble des alumineries canadiennes (annexe C). En se fondant sur ces facteurs, on a estimé que les émissions de CO₂ provenant de la fusion d'aluminium étaient de 3,7 Mt d'équivalent CO₂ en 1996².

La seule source *importante* connue d'hydrocarbures perfluorés est la fusion de l'aluminium primaire (Jacobs, 1994). Ces hydrocarbures se forment, au cours d'un phénomène que l'on appelle l'effet d'anode, quand les niveaux d'alumine sont faibles. Si la concentration d'alumine à l'anode est réduite en-deçà de 2 p. 100 environ (par unité de poids), l'effet d'anode s'enclenche.

En théorie, en cas d'effet d'anode, la résistance de la cellule augmente très soudainement (en un cinquantième de seconde). Par conséquent, la tension augmente, tout comme la température, ce qui force les sels de fluore fondus dans la pile à se combiner chimiquement à l'anode en carbone (Groupe de chimie analytique de l'Université Laval, 1994).

Pendant l'effet d'anode, on observe des réactions concurrentes qui, outre le CO₂, produisent du CO, du CE₄ et du C₂F₆. Les deux réactions d'intérêt à ce stade sont :



On a étudié les émissions d'hydrocarbures perfluorés afin de mesurer la production réelle de plusieurs usines (Unisearch, 1994). Des données ont été obtenues pour les quatre grands procédés de fusion de l'aluminium utilisés au Canada. L'utilisation de ces

2 Les émissions de dioxyde de carbone provenant de cette source sont soustraites de celles qui proviennent de l'utilisation des produits non différenciés ne servant pas à la production d'énergie (voir la section 3.5).

résultats a permis d'établir des coefficients d'émission moyens pour toutes les alumineries du Canada. Les émissions de CO_2 et d'hydrocarbures perfluorés sont estimées pour chaque usine en multipliant les données relatives à la production d'aluminium par les coefficients d'émission. Les données sur la production d'aluminium sont calculées au prorata de la capacité annuelle de production de chaque usine en se fondant sur la production nationale d'aluminium (*Annuaire des minéraux du Canada* (RNCAN, 1997)). On peut considérer qu'il s'agit là d'une méthode comparable aux méthodes de niveau 3 du GIEC, puisqu'elle se fonde sur des données objectives.

On peut réduire les émissions d'hydrocarbure perfluorés en recourant à un équipement plus moderne comme des alimentateurs d'aluminium informatisés. Les détecteurs établissent la concentration d'alumine et en injectent automatiquement une plus grande quantité dans le creuset quand le niveau baisse. De cette façon, il est possible de prévenir l'effet d'anode (Oye et Hugen, 1990). On peut programmer les ordinateurs pour qu'ils détectent également l'enclenchement de l'effet d'anode et permettent ainsi au système de neutraliser la réaction. Les dispositifs d'alimentation ponctuels, quoique différents des alimentateurs à coupure centrale, ont également tendance à réduire les émissions (Oye et Hugen, 1990).

Même si la production d'aluminium consomme d'énormes quantités d'énergie électrique, actuellement estimées à 13,5 kWh par kg d'aluminium (Association de l'industrie de l'aluminium du Québec, 1993), les émissions de gaz à effet de serre associées à cette consommation ne sont pas nécessairement élevées. Tous les producteurs primaires d'aluminium sont situés au Québec et en Colombie-Britannique. Presque toute l'électricité produite dans ces provinces (95 %) provient de génératrices hydrauliques qui ne libèrent pratiquement aucun gaz à effet de serre. Les émissions liées à la production d'énergie ne sont pas prises en compte dans la présente section (voir 2.1.1 pour une description détaillée de la production d'énergie électrique).

3.3.4 Fabrication de magnésium

Les émissions provenant des procédés à l'hexafluorure de soufre utilisés pour produire du magnésium au Canada sont passées de 2,9 Mt d'équivalent CO_2 en 1990 à 1,4 Mt d'équivalent CO_2 en 1996. Cette diminution résulte directement de l'amélioration des techniques de production de Norsk Hydro à l'usine de Bécancour. Les émissions proviennent de l'utilisation de l'hexafluorure de soufre comme gaz de couverture dans la chaîne de production.

Méthode

L'hexafluorure de soufre (SF_6) est utilisé comme gaz de couverture dans la production de magnésium pour prévenir l'oxydation du métal en fusion. Il est entièrement libéré dans l'atmosphère immédiatement après usage. Bien qu'il s'évapore en quantités relativement limitées, le SF_6 est un autre gaz à effet de serre extrêmement puissant, dont le potentiel de réchauffement planétaire sur 100 ans est de 24 900. Il s'agit d'un produit importé. Par conséquent, il n'y a pas, au Canada, d'émissions liées à la production d'hexafluorure de soufre.

Ce sont les données sur la consommation de SF_6 déclarées par les fabricants de magnésium qui servent à estimer le volume des émissions. Il y a deux producteurs de magnésium au Canada, Norsk Hydro et Timminco Metals. En dépit de la croissance de sa production, Norsk Hydro a, au cours de la période considérée, considérablement amélioré sa technologie de fabrication en vue de réduire sa consommation de SF_6 ³.

Certaines émissions de dioxyde de carbone sont associées à la fabrication du magnésium. Le CO_2 provient des carbonates que l'on trouve dans le minerai brut. Néanmoins, ces émissions sont tellement minimes qu'elles ne sont pas comptabilisées dans l'inventaire.

3.4 Fabrication d'autres métaux

Les émissions de CO_2 provenant de l'oxydation des agents réducteurs des combustibles fossiles qui interviennent dans la production d'autres métaux sont incluses dans l'inventaire national. Ces émissions sont déclarées dans la catégorie des sources non différenciées (section 3.5). Les émissions provenant du carbone lors de la transformation des minerais ne sont pas inventoriées en raison du manque de données. On présume qu'elles sont minimes.

3.5 Utilisation de produits non différenciés qui ne produisent pas d'énergie

Les émissions provenant de l'utilisation de produits non différenciés étaient de 15 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, une augmentation de 50 p. 100 par rapport à 1990. L'utilisation de ces produits a représenté la principale source d'augmentation des émissions dans

3 Norsk Hydro tente, en Norvège, de remplacer le SF_6 par le SO_2 comme gaz de couverture, ce qui contribuerait encore à réduire les émissions.

le secteur des procédés industriels entre 1990 et 1996. Ces émissions proviennent de l'utilisation des combustibles fossiles à des fins *non énergétiques* et elles ne sont comptabilisées dans aucun des procédés industriels discutés ci-dessus.

Méthode

Un certain nombre de combustibles fossiles sont utilisés à des fins étrangères au secteur de l'énergie. Cela comprend l'utilisation de gaz naturel pour produire de l'hydrogène dans les industries de raffinage du pétrole, l'utilisation de coke bitumineux pour les anodes dans l'industrie sidérurgique, l'utilisation de liquides du gaz naturel et de matières premières de procédés industriels dans l'industrie chimique ainsi que l'utilisation de lubrifiants. Cette utilisation des combustibles fossiles à des fins autres que la production d'énergie entraîne une oxydation variable du combustible, qui produit du CO_2 . Les taux moyens de teneur en carbone dans les produits non énergétiques ont été obtenus (GIEC, 1997) et utilisés pour calculer les coefficients d'émission qui sont illustrés à l'annexe C. Cette méthode est décrite et commentée dans les lignes directrices de l'organisme sous la rubrique Énergie (GIEC, 1997); il s'agit d'une méthode par défaut de niveau 1.

Les coefficients d'émission s'appliquent aux données relatives au volume des combustibles obtenues auprès de Statistique Canada et ils sont classés dans la catégorie « Usage des combustibles à des fins non énergétique » (Statistique Canada, publication n° 57-003). Dans certains cas, des données propres à une industrie et à un procédé sont disponibles; par exemple, l'utilisation du gaz naturel pour produire de l'hydrogène dans les industries de raffinage du pétrole (données enregistrées par Statistique Canada sous les rubriques « gaz naturel transformé en produit raffiné » et « transfert des produits dérivés du gaz naturel »). Dans ces cas, le gaz naturel est censé s'oxyder à 100 p. 100 et on utilise le coefficient d'émission de la combustion.

L'utilisation de coke bitumineux dans les anodes servant à la production de l'aluminium est enregistrée par Statistique Canada avec tous les autres usages du coke bitumineux qui ne sont pas liés à l'énergie. Les émissions de dioxyde de carbone se produisant pendant la production d'aluminium doivent, par conséquent, être soustraites des émissions totales non liées au secteur de l'énergie afin d'éviter une double comptabilisation des données. De la même façon, l'utilisation du gaz naturel pour produire de l'hydrogène lors de la production d'ammoniac est

enregistrée par Statistique Canada avec tous les autres usages non énergétiques du gaz naturel. Les émissions provenant de la fabrication d'ammoniac sont également soustraites du total des émissions non liées au secteur de l'énergie pour éviter que les données ne soient comptées deux fois.

3.6 Bibliographie

Association de l'industrie de l'aluminium du Québec. *The Aluminum Industry Today for the Needs of Tomorrow*, Montréal, 1993.

Collis, G.A. Lettre de l'Institut canadien de fertilisation, mars 1992.

General Chemical Canada, Inc. Communication téléphonique, novembre 1995.

GIEC/OCDE/AIE. *Greenhouse Gas Reference Manual: Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996*, vol. 3, GIEC, Londres, 1997.

Groupe de chimie analytique de l'Université Laval. *Polyfluorocarbons and the Environment (Their Effect on Atmospheric Equilibrium)*, étude réalisée pour Environnement Canada, mars 1994.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). *Radiative Forcing of Climate Change, the 1994 Report of the Scientific Assessment Working Group of IPCC* (été), Nations Unies, 1995.

ICI. Lettre de A. McCulloch, ICI Chemicals and Polymers Ltd., Runcorn, R.-U., 1991.

Institut canadien des engrais. Données sur la production d'ammoniac et d'engrais pour 1990-1994, information fournie par télécopieur par J. Farrel, janvier 1996.

Jacobs, C. *Preliminary Method for Estimating Country Emissions of CF_4 and C_2F_6* , U.S. Environmental Protection Agency, Washington, juillet 1994.

Jaques, A. *Estimations des émissions de gaz provoquant l'effet de serre au Canada en 1990*, rapport SPE/5/AP/4, Environnement Canada, Ottawa, 1992.

Norsk Hydro. Information fournie à SFT (Statens Forurensningstilsyn), Oslo, mai 1991.

OCDE. *Estimation of Greenhouse Gas Emissions and Sinks*, rapport final de la réunion des experts de l'OCDE, Paris, février 1991.

Okken, P.A. et T. Kram. "Calculation of Actual CO_2 Emissions from Fossil Fuels", exposé présenté à l'atelier préparatoire du GIEC, Paris, février 1990.

ORTECH International. *Inventory Methods Manual for Estimating Canadian Emissions of Greenhouse Gases*, rapport présenté à Environnement Canada, Hull, Québec, avril 1994.

Øye, H.P et Huglen, R. "Managing Aluminum Reduction Technology - Extracting the Most from Hall-Héroult", I.O.M., novembre 1990.

Ressources naturelles Canada. *Annuaire des minéraux du Canada*, Aluminium, Secteur minier de Ressources naturelles Canada, Ottawa, éditions annuelles de 1990 à 1996.

Statistique Canada. *Industries des produits minéraux non métalliques*, Statistique Canada, publication n° 44-250, Ottawa, 1990-1993.

Statistique Canada. *Produits chimiques industriels et résines synthétiques*, publication n° 46-006, décembre 1997.

Thiemens, M.C. et U.C. Trogler. "Nylon Production: an Unknown Source of Atmospheric Nitrous Oxide", Science, n° 251, 1991, p. 932-934.

Thonstad, Oygard and Diep. "On the Formation and Decomposition of C-F Gases in Aluminum Cells," ateliers sur les hydrocarbures perfluorés, Londres, Angleterre, 9-11 mars 1994.

Tresouthick, S.W. et A. Mishulovich. "Energy and Environment Considerations for the Cement Industry," dans les travaux du congrès *Energy and Environment in the 21st Century*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, États-Unis, 26-28 mars, 1990, B-110 à B-123.

Unisearch Associates. *Measurements of CF₄ and C₂F₆ in the Emissions from Canadian Aluminum Smelters by Tunable Diode Absorption Laser Spectroscopy*, rapport présenté à la Canadian Aluminum Association, avril 1994. (Également présenté à l'atelier sur les hydrocarbures perfluorés, Londres, 9-11 mars 1994.)

U.S. Energy Information Administration (EIA). *Emissions of Greenhouse Gases in the United States 1987-1992*, EIA, Department of Energy, Washington, 1994.



Section 4 – Utilisation de solvants et d'autres produits

Les émissions dérivées de l'utilisation de solvants et d'autres produits, étaient de 0,9 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, soit 0,1 p. 100 de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre. Ces émissions ont augmenté de façon notable à partir de 1990; avant 1995, le volume des hydrofluorocarbures (HFC) utilisés au Canada était négligeable. Les chlorofluorocarbures (CFC) sont des gaz à effet de serre, mais ils ne font pas partie des produits à déclarer en vertu de la CCNUCC¹ et ils ne sont donc pas inventoriés ici. Les émissions provenant de l'utilisation de solvants et d'autres produits se distinguent de celles des procédés industriels puisqu'il s'agit généralement de sources diffuses alors que les émissions des procédés industriels sont des sources ponctuelles. Ces émissions proviennent en grande partie de l'utilisation des HFC en remplacement des CFC et de l'utilisation de l'oxyde nitreux comme anesthésique. (voir la figure 4-1).

4.1 Emploi d'anesthésiques et d'agents propulseurs

Les émissions provenant des anesthésiques et des agents propulseurs étaient respectivement de 0,43 Mt et de 0,02 Mt d'équivalent CO_2 en 1996. L'oxyde nitreux est utilisé dans les applications médicales, principalement en tant que gaz porteur, mais également à titre d'anesthésique dans diverses applications dentaires et vétérinaires. L'oxyde nitreux sert également d'agent propulseur pour les produits sous pression et en aérosol, principalement dans l'industrie alimentaire. Il est surtout utilisé pour la crème fouettée emballée sous pression, et pour l'emballage d'autres produits laitiers. Parmi les applications de l'oxyde nitreux qui sortent du champ de l'industrie alimentaire, on peut citer son utilisation en remplacement du Fréon ou des hydrocarbures comme le butane et l'isobutane, ainsi que dans l'industrie des cosmétiques.

TABLEAU 4.1-1 ÉMISSIONS DE N_2O DES ANESTHÉSQUES ET DES AGENTS PROPULSEURS

Année	Emploi d'anesthésiques (kt éq. CO_2)	Emploi d'agents propulseurs (kt éq. CO_2)
1990	400	21
1991	400	21
1992	410	21
1993	410	21
1994	420	22
1995	420	22
1996	430	22

Méthode

Un coefficient pour les émissions d'oxyde nitreux des anesthésiques a été calculé en se fondant sur les habitudes de consommation au Canada. On a présumé que la totalité de l'oxyde nitreux utilisé pour les anesthésiques finira par s'évaporer dans l'atmosphère. En se fondant sur les statistiques démographiques et sur la quantité d'oxyde nitreux consommée dans ces applications en 1990 (Fettes, 1994), le coefficient

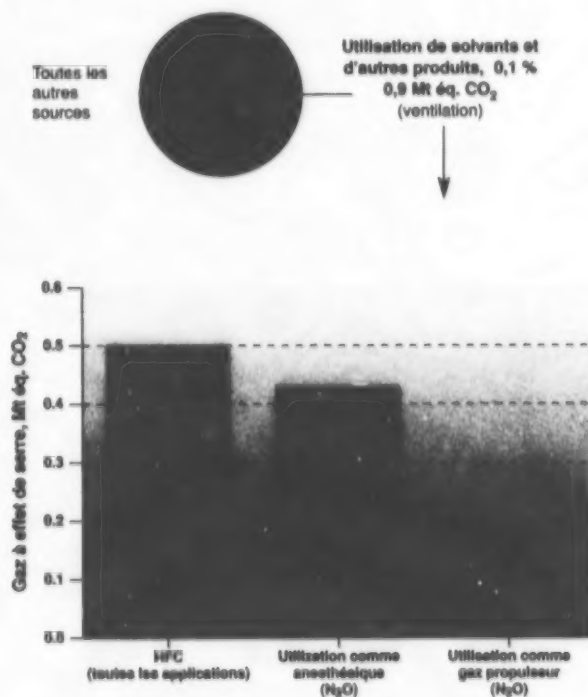


FIGURE 4-1

Gaz à effet de serre provenant de l'utilisation de solvants et autres produits en 1996

¹ Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique.

d'émission a été établi à 46,22 g per capita. Ce coefficient est légèrement inférieur à celui qui a été calculé pour les États-Unis.

Un coefficient d'émission a été élaboré pour le N₂O utilisé dans les agents propulseurs. En se fondant sur les habitudes de consommation au Canada, en 1990, le coefficient a été établi à 2,38 g N₂O per capita. On présume que tous les agents propulseurs sont relâchés dans l'atmosphère pendant l'année de la vente. Les données démographiques utilisées viennent des statistiques démographiques annuelles de Statistique Canada (publication n° 91-213).

4.2 Émissions liées à la consommation de SF₆, d'HPF et d'HFC pour tous les usages, sauf la fabrication de métaux de première fusion

Les émissions provenant de l'utilisation des HFC (hydrofluorocarbures) ont été estimées à 0,5 Mt d'équivalent CO₂ en 1996. Les hydrofluorocarbures viennent principalement des dispositifs de conditionnement d'air (CA). Au moment de la préparation de l'inventaire, les données sur l'usage des HFC en 1996 n'étaient pas encore disponibles; par conséquent, on a présumé que les émissions étaient identiques à celles de 1995. Environnement Canada réunit de nouvelles données qui seront accessibles pour le prochain inventaire. La méthode d'estimation sera revue et adaptée au nouvel ensemble de données. De 1990 à 1994, les émissions de cette source ont été tenues pour négligeables puisque les HFC n'étaient pas d'usage fréquent avant que l'interdiction de produire et de faire usage des CFC ne soit entrée en vigueur en 1996 (dans le cadre du Protocole de Montréal).

L'hexafluorure de soufre (SF₆) est utilisé comme gaz isolant dans les équipements à haut voltage et les hydrocarbures perfluorés sont utilisés dans certains solvants et agents de nettoyage industriel. Les émissions d'hexafluorure de soufre et d'hydrocarbures perfluorés autres que celles dérivant de la fabrication de métal de première fusion n'ont pas été évaluées en raison du manque de données. On estime que la consommation actuelle d'hydrocarbures perfluorés est significative si on la compare aux émissions des hydrocarbures perfluorés qui apparaissent à titre de sous-produits au cours de la fabrication d'aluminium primaire. Les émissions d'hexafluorure de soufre provenant de la fabrication de magnésium de première fusion sont censées être beaucoup plus importantes que celles de toutes les autres sources d'émissions de SF₆.

Méthode employée pour les HFC

Les émissions provenant de la consommation d'HFC représentent la seule source d'estimation puisqu'il n'y a pas de production connue d'HFC au Canada. La procédure d'estimation utilisée pour cette source a été adaptée à partir de la méthode par défaut du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC, 1997). Le total des émissions susceptibles de se produire peut être établi grâce aux méthodes de niveau 1 mais il faut présumer, dans ce cas, que les HFC ne sont pas détruits et que tous les produits distribués en un an s'évaporent pendant la même année. Cette méthode surestime considérablement les émissions puisque la plus grande partie des HFC consommés ne sont pas émis pendant que le produit est en utilisation courante.

Les données requises pour l'application d'une méthode de niveau 2 n'étaient pas accessibles de sorte

TAB. 4.2.1 ÉMISSIONS TOTALES D'HFC AU CANADA (kt eq. CO₂)

								1996
	PRP	Aérosol	Mousse	Climatisations MEO	Entretien de la climatisation	Réfrigération	Systèmes d'écoulement	Toutes les applications
HFC-23	11 700	-	-	-	-	1	-	1
HFC-32	650	-	-	-	-	0	-	0
HFC-125	2 800	-	-	-	-	50	-	50
HFC-134a	1 300	20	10	100	200	50	-	400
HFC-143a	3 800	-	-	-	-	40	-	40
HFC-152a	140	0	-	-	-	0	-	1
HFC-227ea	2 900	-	-	-	-	-	20	20
Totaux		20	10	100	200	100	20	500

que la méthodologie a été adaptée pour assurer une estimation plus conforme aux émissions réelles. Les données sur l'utilisation des HFC ont pu être obtenues pour les catégories suivantes : produits en aérosol, mousses, climatisation MEO, entretien des installations de climatisation, réfrigération et systèmes d'écoulement. Des coefficients d'émission ont été élaborés pour chaque usage, tel qu'illustré au tableau 4.2-2.

Ces coefficients reposent sur les taux de perte tirés de la méthode du GIEC (GIEC, 1997). Comme on ne dispose d'aucune donnée sur les quantités d'HFC contenues dans l'équipement importé, on n'a pas inclus cette source, qui est de toute manière jugée peu importante par rapport aux autres.

Dérivation des coefficients

TABEAU 4.2-2 COEFFICIENTS D'EMISSION D'HFC (PERTE EN kg PAR kg DE CONSOMMATION)

Aérosols	Mousses	Climatisation MEO	Entretien de la climatisation	Réfrigération	Total des systèmes d'écoulement
0,8	1	0,04	1	0,1	0,35

Aérosols – Pour les émissions provenant d'un aérosol, on a supposé un délai de six mois à partir du moment de la fabrication du produit (GIEC, 1997). On a également présumé que la production d'aérosols en 1994 était inférieure de 50 p. 100 à celle de 1995. Par conséquent, le coefficient d'émission est inférieur à celui de 1995.

Mousses – On a présumé que toutes les mousses étaient spongieuses.

Climatisation MEO – Seules les pertes de remplissage originales ont été comptabilisées ici. (D'autres pertes sont prises en compte dans l'entretien). Le GIEC indique un taux de perte de 2 à 5 p. 100. On l'a établi à 4 p. 100 pour l'ensemble du Canada.

Entretien de la climatisation – On a présumé que la plupart des HFC utilisés pour l'entretien servaient à combler les pertes subies pendant le fonctionnement. On a également supposé que ces HFC remplaçaient les HFC évaporés, ce qui représente un taux de perte de 100 p. 100.

Réfrigération – On a présumé que toute la réfrigération au Canada tombe dans la rubrique « Autre » du GIEC (à savoir les sources commerciales et industrielles), puisqu'il s'agit de la source d'émissions dominante. On a en outre supposé que les HFC, dans le domaine de la réfrigération, sont ceux qui servent au remplissage initial et subséquent. Ainsi, les

$$\text{HFC (réfrig.)} = \text{charge} + \text{perte de fonctionnement}$$

La perte de fonctionnement est d'environ 0,17 charge, selon le GIEC, 1997. Par conséquent, si on suppose que la charge totale demeure constante à court terme :

$$\begin{aligned} \text{HFC (réfrig.)} &= 0,17 \text{ charge} + \text{charge} \\ &= 1,17 \text{ charge} \end{aligned}$$

OU

$$\text{Charge} = \text{HFC (réfrig.)} / 1,17$$

Si on présume que la fuite de l'assemblage est minime,

$$\text{Émission} = \text{perte de fonctionnement} = 0,17 \text{ charge}$$

Ainsi,

$$\text{Émission} \sim 0,17[(\text{HFC (réfrig.)})/1,17]$$

Les données sur la consommation d'HFC ont été recueillies par la Direction de l'évaluation des produits chimiques commerciaux d'Environnement Canada (Bovet, 1996). La consommation d'HFC au Canada en 1996 est illustrée au tableau 4.2-3 et totalise environ 5 Mt d'équivalent CO₂. Le tableau présente les émissions potentielles selon la méthode de niveau I.

TABEAU 4.2-3 CONSOMMATION TOTALE D'HFC AU CANADA (1 POLLUANT)

						1996
Aérosol	Mousse	Climatisation MEO	Entretien de la climatisation	Réfrigération	Systèmes d'écoulement	Toutes les Applications
HFC-23				0,56		0,56
HFC-32				0,05		0,05
HFC-125				181,17		181,17
HFC-134a	18,4	7,9	2 336,71	131,09	375,44	2 869,46
HFC-143a				106,46		106,46
HFC-152a	2,3			20,91		23,24
HFC-227ea					16,71	16,71

4.3 Bibliographie

Bovet, Y. Direction de l'évaluation des produits chimiques commerciaux, Environnement Canada, septembre 1996.

Fettes, W. Communication entre Senes Consultants et Puritan-Bennett, février 1994.

GIEC/OCDE/AIE. *Greenhouse Gas Reference Manual: Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée* 1996, vol. 3, GIEC, Londres, 1997.

Statistique Canada, *Statistiques démographiques annuelles*, publication n° 91-213, éditions annuelles 1990-1997.

Section 5 – Agriculture

Un grand nombre d'activités agricoles engendrent des émissions de gaz à effet de serre. Parmi les procédés qui produisent ces émissions, on peut citer la fermentation entérique des animaux domestiques, les pratiques de traitement du fumier et les méthodes de culture qui entraînent des rejets des sols agricoles. Les émissions de gaz à effet de serre provenant de l'utilisation de combustibles par les exploitants agricoles sont répertoriées dans le secteur de l'énergie plutôt que dans celui de l'agriculture.

En 1996, le secteur agricole représentait 9 p. 100 des émissions de gaz à effet de serre au Canada. Les principales sources sont la fermentation entérique, le traitement du fumier et les sols agricoles. La figure 5-1 présente une ventilation de la contribution de l'agriculture à production nationale de gaz à effet de serre sous forme d'équivalents CO_2 . L'agriculture

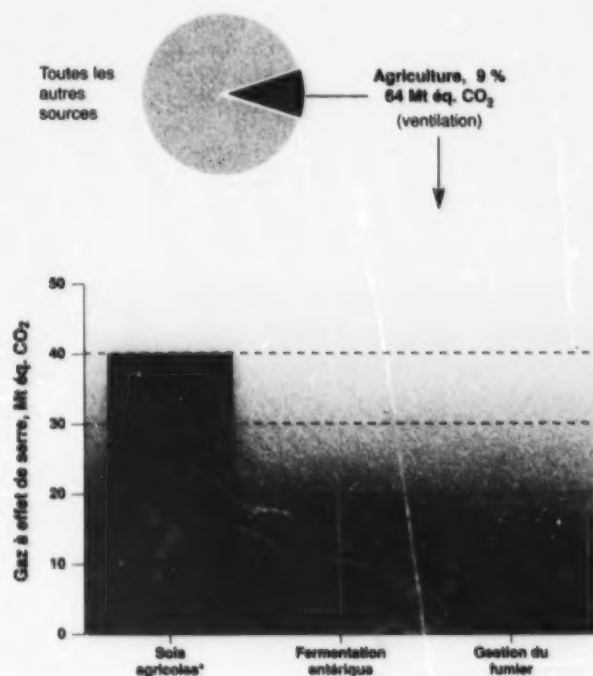


FIGURE 5-1

Contribution de l'agriculture aux émissions de gaz à effet de serre au Canada en 1996

* La catégorie Sols agricoles inclut les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) et d'oxyde nitreux (N_2O)

engendre 60 p. 100 de l'ensemble des oxydes nitreux au Canada, 25 p. 100 du méthane et 4 p. 100 du dioxyde de carbone. Les émissions agricoles se sont accrues de 4 p. 100 entre 1990 et 1996¹. L'augmentation est principalement due à l'expansion de l'élevage des bovins.

5.1 Fermentation entérique

De grandes quantités de méthane sont produites par les herbivores par suite d'un processus appelé la fermentation entérique. Au cours du processus de digestion normal, les hydrocarbures sont scindés par des micro-organismes en molécules simples qui sont absorbées dans le courant sanguin, où le méthane est fabriqué comme sous-produit. Ce processus donne lieu à la méthanogénèse dans le rumen. Le méthane est ensuite libéré par éructation et expiration. Une certaine quantité de méthane est ensuite libérée sous forme de flatulences qui se produisent pendant la digestion. Les animaux qui produisent le plus de méthane sont les ruminants tels que le bétail bovin.

Les émissions provenant de cette source étaient de 18 Mt d'équivalent CO_2 en 1996; elles se sont accrues de 14 p. 100 depuis 1990 en raison de l'accroissement du cheptel bovin (voir le tableau 5.1).

TABEAU 5.1

**ÉMISSIONS DUES À LA
FERMENTATION ENTERIQUE***
(Mt eq. CO_2)

Type d'animal	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Bétail laitier	4,1	4,0	3,3	3,8	3,8	3,8	3,8
Bétail non laitier	11	12	12	12	13	14	14
Porc	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,38	0,38
Volaille	Non estimé						
Autre	0,26	0,26	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26
Total	16	16	16	17	18	18	18

Bétail laitier — Comprend les vaches et les génisses laitières seulement.
Autre — comprend les moutons, les chèvres et les chevaux.

¹ Il faut toutefois signaler que les émissions ont diminué de 1,3 p. 100 de 1996 à 1997.

Méthode

Les émissions de méthane causées par la fermentation entérique sont calculées en multipliant les populations de divers animaux par les coefficients moyens d'émission pour chaque type d'animal domestique. La méthode utilisée est une méthode de niveau 1 du GIEC². On s'est servi des coefficients d'émission par défaut du GIEC pour les climats froids; ces coefficients sont présentés au tableau 5.1-2.

TABLEAU 5.1-2 — COEFFICIENTS D'ÉMISSION
DE METHANE POUR LE BÉTAIL
ET LE FUMIER

	Fermentation entérique (kg de CH ₄ par tête par an)	Traitement du fumier (kg de CH ₄ par tête par an)
Bovins		
Taureaux	75	1
Vaches laitières	118	36
Vaches d'élevage de boucherie	72	1
Génisses de race laitière	56	36
Génisses de race bouchère	56	1
Génisses élevées pour la boucherie	47	1
Bouvillons	47	1
Veaux	47	1
Porcins		
Porcs	1,5	10
Autres animaux d'élevage		
Moutons	8	0,19
Chèvres	8	0,12
Chevaux	13	1,4
Volaille		
Poulets	Non estimé	0,078
Poules	Non estimé	0,078
Dindes	Non estimé	0,078

Source : GIEC 1997.

Dans les précédents inventaires, on a utilisé les coefficients d'émission extraits de Cassada et Safley (1990). Toutefois, en consultation avec les chercheurs canadiens (Desjardin, 1998) cette méthodologie a été révisée et les coefficients d'émission du GIEC ont été adoptés. Ces coefficients sont fondés sur les recherches entreprises aux États-Unis. Les émissions de méthane provenant de la fermentation entérique peuvent varier considérablement d'un animal à l'autre en raison d'un certain nombre de facteurs tels que le volume d'aliments ingéré, l'efficacité de la digestion, la taille de l'animal, son âge et le climat. Il faudrait multiplier les recherches dans ce domaine pour vérifier de manière analytique les coefficients d'émission correspondant à la situation canadienne.

Les données sur la population des animaux domestiques ont été obtenues à partir des *Statistiques du bétail*

(Statistique Canada, publication n° 26-603). Elles sont présentées par semestre ou par trimestre et elles ont été converties sur une base annuelle. Lorsque les données n'étaient pas disponibles dans le document 26-603 (par exemple, pour les chevaux et les chèvres), les données du recensement agricole de 1991 et 1996 ont été utilisées (Statistique Canada, publications n°s 93-350 et 93-356). En ce qui concerne la volaille, aucune donnée sur la population n'est disponible sur une base annuelle. Les données de production provenant de l'ouvrage *Production de volaille et oeufs* (Statistique Canada, publication n° 23-202) sont utilisées pour établir la taille des poulaillers au prorata des données du recensement agricole relatives à la population animale (Statistique Canada, publication n° 93-350).

5.2 Traitement du fumier

Pendant la manutention du fumier du bétail, du méthane et de l'oxyde nitreux sont émis. Le volume d'émissions dépend des propriétés du fumier, des quantités manipulées et du système de manutention. Les systèmes mal aérés génèrent de grandes quantités de méthane mais très peu d'oxyde nitreux, alors que les systèmes bien aérés ne produisent que peu de méthane mais davantage d'oxyde nitreux.

Les émissions de méthane étaient de 4,4 Mt d'équivalent CO₂ et le total des émissions d'oxyde nitreux de 4,6 Mt d'équivalent CO₂ en 1996. Les émissions provenant du traitement du fumier se sont accrues de 13 p. 100 entre 1990 et 1996. Elles ont augmenté, principalement en raison de l'expansion du cheptel bovin, qui exige des systèmes capables de traiter du fumier déshydraté (voir le tableau 5.2-1). Les émissions d'oxyde nitreux provenant de cette source n'ont pas été estimées dans le cadre des précédents inventaires.

Méthode

Émissions de méthane

Peu après l'excrétion, le fumier commence à se décomposer. S'il n'y a pas d'oxygène, la décomposition est anaérobie et produit du méthane. La quantité de méthane produit varie en fonction du système de traitement des déchets et du volume de fumier. Des coefficients moyens d'émission ont été élaborés pour le bétail sur pied à partir des systèmes connus de traitement des déchets et des taux de production de fumier pour l'Amérique du Nord.

² Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). Les normes méthodologiques internationales sont fondées sur les *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre* - Version révisée 1996, 1997.

TABLEAU 5.2-1 EMISSIONS DUES AU
TRAITEMENT DU FUMIER (Mt eq. CO₂)

Type d'animal	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Méthane							
Bétail laitier	1,5	1,5	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4
Bétail non laitier	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25
Porcs	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5
Volaille	0,17	0,17	0,17	0,17	0,19	0,19	0,20
Autres*	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Total - Méthane	4,0	4,0	3,9	4,0	4,2	4,3	4,4
Oxyde nitreux							
Bétail laitier	0,41	0,39	0,34	0,37	0,37	0,37	0,37
Bétail non laitier	3,1	3,1	3,3	3,3	3,5	3,7	3,7
Porcs	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,26
Volaille	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13
Autre*	0,087	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Total - Oxyde nitreux	3,9	3,9	4,0	4,1	4,4	4,5	4,6
Total des GES	7,9	8,0	7,9	8,2	8,5	8,8	8,9

*Chevaux, moutons et chèvres.

Les émissions ont été calculées en appliquant les coefficients d'émission propres à chaque animal aux populations d'animaux domestiques. Il s'agit d'une méthode correspondant à la méthode de niveau I du GIEC. Les émissions de méthane provenant du traitement du fumier sont estimées en utilisant les coefficients d'émission par défaut du GIEC (illustrées au tableau 5.2-2) pour un pays développé doté d'un climat tempéré. Les données sur la population animale utilisées sont les mêmes que celles qui ont servi dans la section traitant de la fermentation entérique.

Les précédents inventaires ont utilisé les coefficients d'émission extraits de Cassada et Safley (1990); néanmoins, par suite de consultations auprès des chercheurs d'Agriculture Canada (Desjardins, 1998,) on a estimé que les coefficients du GIEC étaient les plus représentatifs de la situation canadienne. D'autres recherches sont nécessaires si on veut confirmer la validité pour le Canada.

Émissions d'oxyde nitreux

La production d'oxyde nitreux au cours de l'entreposage et du traitement des déchets animaux se produit lors de la nitrification et de la dénitrification³ de l'azote des déchets. Généralement, lorsque le niveau d'aération augmente, le volume d'oxyde nitreux produit augmente parallèlement.

Les émissions d'oxyde nitreux des systèmes de traitement des déchets animaux ont été calculées en utilisant la méthode par défaut du GIEC et les coefficients d'émission (voir le tableau 5.2-2). Les émissions sont estimées en appliquant un coefficient d'émission

établi pour un système donné (CE3) à l'azote du fumier traité dans le cadre de ce système. Le volume d'azote traité est alors estimé en calculant le volume d'azote excrété par un animal donné et en multipliant ce volume par le pourcentage d'utilisation du système. Les taux d'excrétion d'azote sont ensuite réduits de 20 p. 100 pour rendre compte de l'évaporation du NH₃ et du NO₃ (GIEC, 1997). Il est présumé qu'aucun déchet animal n'est utilisé comme combustible au Canada. Les taux d'excrétion et l'utilisation des systèmes de traitement de déchets animaux sont illustrés au tableau 5.2-2. Les taux d'utilisation de divers systèmes de traitement des déchets animaux sont fondés sur des consultations avec les experts de l'industrie. Malheureusement, comme les données disponibles actuellement sont limitées, ces valeurs sont fondées sur des opinions d'experts.

TABLEAU 5.2-2 UTILISATION DES SYSTÈMES
DE TRAITEMENT DU FUMIER
ET COEFFICIENTS D'ÉMISSION

Type d'animal	Taux d'excrétion d'azote kg N/tête/an ⁽¹⁾	Pourcentage d'azote dans le fumier selon le SGDA ⁽¹⁾			
		Prairie et enclos	Système liquide	Fumier non liquéfié	Autre système
Vaches laitières	70,5	20	53	27	0
Vaches non laitières	56,4	42	1	56	1
Porcins	15	0	90	10	0
Volaille	0,45	44	4	0	95
Moutons et chèvres	6,8	1	0	46	10
Coefficient d'émission propre au système de traitement ⁽²⁾					
kg N ₂ O-N / kg excrété					
CE3		0,02	0,001	0,02	0,005

(1) Monteverde C. A. et al., 1998.

(2) GIEC, 1997.

SGDA - Système de traitement des déchets animaux

Les données sur la population animale utilisées pour estimer le volume total d'azote dans les excréments sont les mêmes que celles que l'on trouve dans la section relative à la fermentation entérique.

Selon les lignes directrices du GIEC, les émissions d'oxyde nitreux du système « prairies et enclos » sont considérées comme des émissions produites par les sols agricoles. La méthode de calcul pour ce système est la même que celle décrite ci-dessus pour le traitement du fumier.

³ La nitrification est l'oxydation du NH₄, qui produit du NO₃, et la dénitrification est la réduction du NO₃, qui produit du N₂.

5.3 Sols agricoles

Le traitement des sols agricoles et les pratiques culturales ont une incidence sur les cycles du carbone et de l'azote dans les sols. Ces activités peuvent entraîner l'émission de dioxyde de carbone et d'oxyde nitreux.

Dans le cas du dioxyde de carbone, les pratiques de traitement du sol peuvent entraîner une augmentation ou une diminution du carbone organique séquestré dans les sols. Ce changement dans la teneur des sols en carbone organique entraîne une absorption (puits) de dioxyde de carbone. En 1996, les émissions nettes de CO₂ des sols étaient de 2 Mt (voir le tableau 5.3-1). Ce volume a diminué de plus de 5 Mt depuis 1990 en raison de l'évolution des pratiques agricoles. Le principal motif de réduction des émissions nettes en provenance des sols semble résulter du recours de plus en plus répandu aux pratiques aratoires antiérosives. La culture sans labour était pratiquée dans plus de 16 p. 100 des terres de culture du Canada en 1996 comparativement à 7 p. 100 en 1991 (Statistique Canada, publication n^{os} 93-350 et 93-356). La culture sans labour réduit l'oxydation du carbone organique des sols et augmente par conséquent le niveau de carbone entreposé dans le sol.

De l'oxyde nitreux est émis comme sous-produit pendant le procédé de nitrification et de dénitrification des sols. En 1996, les émissions d'oxyde nitreux en provenance des sols étaient d'environ 40 Mt d'équivalent CO₂ (voir le tableau 5.3-1). Même si l'incertitude reste très grande quand il s'agit d'estimer les émissions des sols agricoles, le volume des émissions d'oxyde nitreux semble avoir augmenté depuis 1990.

Les émissions totales des sols agricoles sont restées stables depuis que l'augmentation des émissions d'oxyde nitreux a contrebalancé le déclin des émissions de dioxyde de carbone.

5.3.1 Méthode employée pour le dioxyde de carbone

La fluctuation du carbone organique des sols est influencée par la conversion des terres agricoles, les modes de traitement, les caractéristiques des sols et le climat. L'accroissement annuel relativement minime du niveau d'un bassin de carbone par ailleurs imposant est un élément essentiel de la confiance que l'on peut accorder aux estimations de la quantité de carbone dans les sols. En vue d'élaborer une méthode d'estimation des émissions de CO₂ qui reflète le multitudes de facteurs complexes affectant les flux de

TABLEAU 5.3-1 ÉMISSIONS PROVENANT DES SOLS AGRICOLES (Mt eq. CO₂)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Dioxyde de carbone	7	7	6	5	4	3	2
Oxyde nitreux							
Épandage d'engrais synthétique	3	3	4	4	4	4	5
Déchets animaux servant d'engrais	3	3	3	3	3	3	3
Animaux brouteurs	3	3	3	3	3	3	3
Fixation de l'azote biologique	4	4	3	4	4	4	4
Décomposition des résidus de culture	9	9	8	8	8	8	9
Culture des histosols	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Oxyde nitreux indirect	9	9	10	10	11	11	11
Oxyde nitreux total	30	30	30	40	40	40	40
Total des GES	40	40	40	40	40	40	40

Remarque : les données illustrées ont un seul chiffre significatif pour refléter le degré d'incertitude.

carbone dans les sols agricoles, une approche fondée sur la modélisation (le modèle CENTURY) décrite dans un rapport séparé (Parton et al., 1987) a été choisie. Le modèle CENTURY est considéré comme convenant mieux à l'estimation du taux d'évolution du niveau de carbone organique des sols au Canada que les procédures proposées dans les lignes directrices du GIEC. Une description détaillée de la méthodologie est présentée dans un rapport séparé rédigé par Smith (Smith W., et al., 1997). Suit une brève description du modèle CENTURY.

Le modèle CENTURY tient compte de plusieurs pratiques de gestion agricole, y compris la plantation, l'épandage d'engrais, le travail du sol, le pacage et l'ajout de matières organiques. Plusieurs sources de données sont requises pour satisfaire aux nombreuses exigences du modèle. Sur la base d'un polygone de pédo-paysages du Canada, les données du recensement agricole de Statistique Canada ont été utilisées pour calculer la surface cultivée et déterminer le pourcentage respectif des méthodes agricoles classiques et de la culture sans labour pour les années du recensement (tous les cinq ans). Les polygones existants ont été utilisés dans une proportion de 15 p. 100 et les résultats ont été calculés au prorata pour estimer le total. La surface cultivée admissible annuellement a été tirée des données de base de

Statistique Canada pour les années 1990 à 1996. Les données sur les sols ont été extraites du Système d'information sur les sols du Canada. Les données relatives à la consommation actuelle d'engrais et aux pratiques de culture sans labour ou avec un labour léger ont été tirées de données et d'études d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. La pratique du brûlage de la biomasse a diminué de façon marquée au cours de la dernière décennie et n'a pas été incluse dans le modèle parce qu'elle est présumée négligeable. L'ajout de fumier sur les terres agricoles et l'érosion du sol n'ont pas été pris en compte parce que le modèle n'est pas conçu pour enregistrer des tendances aussi hétérogènes. À l'aide de ces données, le modèle CENTURY a permis de déterminer les estimations annuelles pour la période allant de 1990 à 1996, et de fournir des prévisions jusqu'à l'an 2010.

Un haut niveau d'incertitude est associé aux estimations produites par le modèle CENTURY. La comparaison des résultats du modèle avec les mesures prises sur le terrain laisse entendre qu'il conviendrait de le moderniser davantage si on veut améliorer sa fiabilité dans la prévision des fluctuations du niveau de carbone des sols suite à l'adoption de la culture sans labour dans les Prairies (McConkey, 1998). Les Prairies représentent 85 p. 100 des terres agricoles du Canada.

Une estimation a été faite pour 1997 grâce à une interpolation linéaire des résultats des estimations de 1996 et de l'an 2000. Les résultats du modèle CENTURY appliqué par Smith tiennent compte des émissions des provinces de l'Est. Les émissions ont été réparties parmi les provinces de l'Est au prorata des terres agricoles de chaque province (Smith et al., 1997b; Sellers et Wellisch, 1998).

Le modèle CENTURY ne tient pas compte des émissions provenant du chaulage des sols. Ces émissions sont modestes et se situent aux environs de 0,3 Mt d'équivalent CO₂. Elles ont été estimées en application de la méthode par défaut du GIEC et ont été ajoutées aux résultats du modèle CENTURY. La méthode est détaillée dans un rapport élaboré par les consultants MWA (Sellers et Wellisch, 1998). Les données relatives à cette activité (p. ex., la quantité de chaux utilisée) sont fondées sur des données non publiées des associations provinciales de producteurs d'engrais (Les données relatives au chaulage n'étaient pas disponibles pour 1997, de sorte que les émissions provenant de cette source ont été présumées constantes aux niveaux de 1996).

5.3.2 Méthode employée pour l'oxyde nitreux

Pendant le processus de nitrification et de dénitrification, une fraction de l'azote disponible est émise dans l'atmosphère sous forme d'oxyde nitreux. Le volume d'oxyde nitreux émis dépend de la quantité d'azote disponible pour la nitrification et la dénitrification, du type de sol et de l'état du sol. Le coefficient d'émission varie considérablement et les méthodes d'estimation doivent s'appuyer sur de nouveaux développements et d'autres recherches pour réduire le niveau d'incertitude. La méthode d'estimation utilisée est fondée sur le modèle par défaut du GIEC et elle se subdivise selon deux grands types d'émissions : directes et indirectes.

Les estimations des émissions d'oxyde nitreux des sols ont augmenté de manière spectaculaire d'un inventaire à l'autre. Dans le passé, on s'est limité à tenir compte de l'azote provenant de l'épandage des engrais synthétiques. Dans le cadre du présent inventaire, les sources d'azote ont été élargies, ce qui a fait monter le niveau des émissions de façon substantielle.

Sources directes

Les sources directes sont les émissions qui proviennent directement des terres agricoles. Elles concernent l'azote qui a pénétré dans le sol par suite de l'épandage d'engrais synthétiques, de l'épandage de fumier, de la fixation de l'azote biologique, de la décomposition des résidus agricoles et de la culture des histosols.

Engrais synthétiques

Les engrais synthétiques ajoutent de grandes quantités d'azote dans les sols et provoquent l'émission d'oxyde nitreux. La méthode utilisée pour estimer ces émissions est celle qui a servi pour les précédents inventaires; elle est semblable à la méthode par défaut de niveau 1 du GIEC. Les coefficients moyens de perte d'azote pour divers types de fertilisants ont été compilés et sont illustrés au tableau 5.3.2-1; ces taux de perte ont été appliqués au volume d'azote des engrais épandus annuellement. (À noter que le modèle par défaut du GIEC utilise un taux de perte unique indépendant du type d'engrais). Le volume d'azote appliqué est réduit de 10 p. 100 (méthode par défaut du GIEC) pour tenir compte des pertes dues à l'évaporation.

Le volume d'hydrogène appliqué est obtenu à partir de données sur les ventes annuelles d'engrais qui sont disponibles auprès des associations régionales des producteurs d'engrais (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1997). En enregistre le volume d'engrais à base d'azote vendu par les détaillants le 30 juin ou avant, au cours de l'année de l'inventaire. On a présumé que tous les engrais vendus après le 30 juin seront utilisés au cours de la prochaine année d'inventaire.

TABLEAU 5.3.2-1¹ ÉMISSIONS DE N₂O DUES
À L'UTILISATION D'ENGRAIS (1996)

Engrais	Quantité (tonnes) ⁽¹⁾	Contenu en azote (tonnes) ⁽¹⁾	% de perte d'azote sous forme de N ₂ O ⁽²⁾	N ₂ O (tonnes)
Urée	1 373 291	631 714	0,3	3 000
Sulfate d'ammoniac	191 022	40 115	0,1	60
Nitrate d'ammonium	261 463	88 897	0,3	400
Ammoniaque	641 736	526 224	1,6	10 000
Solutions azotées	243 497	68 994	0,1	100
Nitrate de calcium	28 462	7 528	0,2	20
Phosphate d'ammonium diacide	985 348	108 388	0,1	200
Diphosphate d'ammonium	180 686	32 523	0,1	50
Autres engrais	330 382	71 818	0,1	100
Totaux	4 829 045	1 576 201		20 000

Source : ⁽¹⁾ Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1997.

⁽²⁾ Montevedre, C.A. et al., 1998.

La plus importante source d'émissions est l'ammoniaque en raison de son taux d'utilisation élevé et du haut taux de perte d'azote de ce genre d'engrais.

Déchets animaux appliqués comme engrais

L'épandage de déchets animaux comme engrais pour fertiliser les sols peut augmenter le taux de nitrification ou de dénitrification et provoquer des émissions d'oxyde nitreux. La méthode par défaut du GIEC et le coefficient d'émission (CE1) de 1,25 p. 100 de N₂O-N/kgN ont été utilisés. Le volume d'azote épandu est calculé au moyen des données sur le taux d'excrétion extraites du tableau 5.2-2 et des données sur la population animale extraites de la section sur le traitement du fumier. Tout l'azote est traité par le système et est présumé utilisé comme engrais. Au Canada, l'utilisation du fumier comme combustible n'est pas significative. Le fumier provenant du brouillage des

animaux n'est pas inclus dans cette section, mais figure sous la rubrique « animaux brouteurs ». Le volume d'azote d'engraissement excrété a été réduit de 20 p. 100 pour tenir compte de l'évaporation de NH₃ et de NO₃ (modèle par défaut du GIEC).

Animaux brouteurs

Les émissions du fumier excrété par les animaux brouteurs sont calculées au moyen de la méthodologie par défaut du GIEC. Ce sont les taux d'excrétion et les coefficients d'émission du système de pâtures et d'enclos présentés au tableau 5.2-2 qui sont utilisés. On présume que 20 p. 100 de l'azote excrété est perdu par évaporation (GIEC, 1997). Les données sur la population animale utilisées pour estimer le volume d'azote contenu dans le fumier sont les mêmes que celles que l'on retrouve sous la rubrique « fermentation entérique ».

Fixation de l'azote biologique

L'azote atmosphérique fixé par les plantes qui fixent l'azote biologique, peut subir le même procédé de nitrification ou dénitrification que l'azote épandu comme engrais synthétique. En outre, les bactéries du genre « rhizobium » qui forment des nodosités sur les racines des plantes peuvent émettre de l'oxyde nitreux lorsqu'elles fixent l'azote. La méthodologie utilisée pour estimer les émissions provenant de cette source est le modèle par défaut du GIEC. On utilise un coefficient d'émission mixte de 1,25 p. 100 N₂O-N/kgN pour l'azote contenu dans les cultures fixatrices d'azote (CE1, modèle par défaut du GIEC, 1997). Le volume d'azote dans les plantes qui fixent l'azote est estimé à partir des données relatives à la production en présumant que la masse cultivée vaut deux fois la portion comestible et qu'elle contient 0,03 kgN par kg de produits secs (GIEC, 1997). La masse de produits secs est estimée en utilisant les concentrations moyennes de produits secs figurant au tableau 5.3.2-2 et les données sur la récolte proviennent des sondages sur les récoltes (Statistique Canada, publication n° 22-002). Il n'y a pas de statistiques annuelles explicites pour la culture de la luzerne puisque les données sont confondues avec celles qui concernent le foin cultivé; les quantités de luzerne ont été estimées en présumant que la luzerne représente 60 p. 100 de la récolte de foin cultivé. En outre, la masse cultivée de luzerne et de foin est présumée égale à la récolte déclarée (plutôt que le double) pour tenir compte des récoltes multiples pendant la même saison.

TABEAU 5.3.2-2 CONCENTRATION DE MATIÈRE DESHYDRATÉE DANS LES RECOLTES (kg/kg)

Type de culture	Concentration de matière déshydratée
Blé	0,855
Orge	0,85
Maïs	0,845
Avoine	0,85
Seigle	0,85
Pois	0,87
Fèves	0,87
Soya	0,87
Lentilles	0,87
Betterave sucrière	0,15
Toutes les autres variétés	0,85

Source : GIEC, 1997.

Décomposition des résidus de récolte

Lorsque les cultures sont récoltées, une partie des produits agricoles laissés sur le terrain se décomposent. La matière organique qui subsiste est une source d'azote pour la nitrification ou la dénitrification. Les émissions sont estimées en utilisant la méthodologie par défaut du GIEC et les coefficients d'émission. On présume que les résidus de récolte secs, qui fixent l'azote biologique, pèsent 0,03 kgN/kg et que les autres variétés pèsent 0,015 kgN/kg (GIEC, 1997). Le taux d'émission est estimé à 1,25 p. 100 N_2O-N/kgN (GIEC, 1997). On suppose que 55 p. 100 de la récolte reste sur les champs sous forme de résidus. On présume également que le volume de résidus brûlés sur le terrain est négligeable au Canada. La masse de produits secs de la récolte est estimée en utilisant les concentrations moyennes de produits secs figurant au tableau 5.3.2-2. Les données sur les récoltes et le volume de produits secs sont les mêmes que celles que l'on retrouve sous la rubrique « Fixation de l'azote biologique ».

Culture des histosols

D'autres émissions d'oxyde nitreux proviennent de la culture des sols organiques (histosols), en raison de la minéralisation accrue des anciennes matières organiques riches en azote. La méthodologie par défaut du GIEC a été utilisée pour estimer les émissions de cette source. Au Canada, il y a plus de 111 millions d'hectares de tourbière. On estime que

0,014 p. 100 de ces terres sont actuellement cultivées (Ressources naturelles Canada, 1995). Un coefficient d'émission (CE_2) de 5 kg $N_2O-N/ha/an$ (GIEC, 1997) a été utilisé.

Seules des données nationales sont disponibles pour les zones cultivées, de sorte qu'il a fallu recourir à des taux de production provinciale pour calculer les émissions provinciales au prorata. Les données sur les récoltes ne sont disponibles que pour la période allant de 1990 à 1996 et elles ne sont plus publiées. Les émissions pour 1997 ont été présumées identiques à celles de 1996.

Sources indirectes

Une fraction de l'engrais azoté épandu sur les champs agricoles sera transportée ailleurs soit a) par évaporation et dépôt subséquent, ou b) par lessivage et ruissellement. L'azote transporté hors des terres agricoles fournira de l'azote supplémentaire pour les réactions de nitrification ou de dénitrification subséquentes, qui produiront du N_2O . La méthode utilisée pour estimer ces émissions et la méthode par défaut du GIEC. Les coefficients d'émission illustrés au tableau 5.3.2-3 ont été utilisés.

Évaporation et dépôt subséquent

On présume que le montant d'azote qui s'évapore représente 10 p. 100 des engrais synthétiques épandus et 20 p. 100 de l'azote contenu dans le fumier épandu. La quantité d'azote qu'on estime s'être évaporée a été multipliée par CE_4 (tableau 5.3.2-3) pour obtenir une estimation des émissions.

Lessivage et ruissellement

Les émissions provenant du ruissellement et de la lixiviation ont été estimées en présumant que 30 p. 100 de l'azote appliqué sous forme d'engrais synthétique ou de fumier a été éliminé par ruissellement; ce montant a alors été multiplié par CE_5 (tableau 5.3.2-3) pour obtenir une estimation des émissions.

TABEAU 5.3.2-3 COEFFICIENTS D'ÉMISSION INDIRECTE PAR DÉFAUT DU GIEC

CE_4	0,01 kg N_2O N/kg NH_3-N et NO_x-N émis
CE_5	0,025 kg N_2O N/kg N lessivage ou ruissellement

Source : GIEC, 1997.

L'azote qui quitte une terre agricole peut ne pas servir à la nitrification et à la dénitrification pendant de nombreuses années, particulièrement s'il s'infiltre dans la nappe phréatique. Un haut niveau d'incertitude est associé aux estimations des émissions des sources indirectes. Le GIEC estime que cette incertitude peut être de deux ordres de grandeur.

5.4 Bibliographie

- Agriculture et Agroalimentaire Canada *Consommation, livraison et commerce des engrais au Canada* (M. Korol et G. Rattray), éditions annuelles, 1991 à 1997.
- Cassada, M.E et L.M. Safley, Jr. *Global Methane Emissions from Livestock and Poultry Manure*, 1990.
- Desjardins R, Agriculture et Agroalimentaire Canada. Communication personnelle, 1998.
- GIEC. *Greenhouse Gas Reference Manual: Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée de 1996*, 1997.
- McConkey, B. Report on prairie CENTURY research workshop, préparé pour GEMC, Vancouver (C.-B.), 27 août 1998.
- Monteverde, C.A., R.L. Desjardins et E. Patte. *Estimates on Nitrous Oxide Emissions from Agroecosystems in Canada for 1981, 1986, 1991, and 1996 using the Revised 1996 GIEC/OECD Methodology*, mars 1998.
- Ressources naturelles Canada. *Annuaire des minéraux du Canada*, Secteur minier, chapitre sur la tourbe, 1995.
- Parton, W.J., D.S. Schimel, C.V. Cole et D.S. Ojima. *Analysis of Factors Controlling Soil Organic Matter Levels in Great Plains Grasslands*, 1987.
- Seller, P. et M. Wellisch. Consultants de MWA. *Greenhouse Gas Contribution of Canada's Forest Products Sector 1990-2010*, 1998.
- Smith, W.N., R.L. Desjardins, E. Pattey et A. Jaques. *Estimated Rates of Carbon Change in Agricultural Soils in Canada from 1970 to 2010*, rapport final présenté à Art Jaques (non publié), 1997.
- Smith W.N., P. Rochette, C. Monreal, R. Desjardins, E. Pattey et A. Jaques. "The Rate of Carbon Change in Agricultural Soils in Canada at the Landscape Level," dans la *Revue canadienne de la science du sol*, n° 77, 1997b, p. 219-229.
- Statistique Canada. *Production de volailles et oeufs*, publication n° 23-202, Division de l'agriculture, éditions annuelles, 1991 à 1997.
- Statistique Canada. *Profil agricole du Canada*, Recensement de l'agriculture de 1991, Ottawa, publication n° 93-350, 1992.
- Statistique Canada. *Profil agricole du Canada*, Recensement de l'agriculture de 1996, Ottawa, publication n° 93-356, 1997.
- Statistique Canada. *Série de rapports sur les grandes cultures*, n° 8, vol. 69-76, Division de l'agriculture, éditions annuelles, 1991 à 1997.
- Statistique Canada. *Statistiques du bétail*, publication n° 23-603, Division de l'agriculture, 1991 à 1997.

Section 6 – Changement d'affectation des terres et foresterie

Aperçu

La présente section porte sur les émissions provenant de toutes les sources qui modifient l'affectation des terres (déboisement à des fins agricoles et urbaines, y compris le brûlage en plein air de la biomasse enlevée) ou le volume de la biomasse des stocks existants, notamment des forêts. Les émissions de toutes les activités humaines modifiant l'affectation des terres et la foresterie seront présentées, sauf celles des gaz non carboniques attribuables aux activités liées à l'énergie, qui figurent sous la rubrique « Énergie » à la section 2.

La végétation absorbe le dioxyde de carbone de l'atmosphère grâce à un processus appelé photosynthèse. Le dioxyde de carbone est renvoyé dans l'atmosphère par la respiration de la végétation et la décomposition de la matière organique des sols et de la couverture morte. Les flux bruts sont importants; chaque année, environ un septième du dioxyde de carbone atmosphérique total passe par la végétation (de l'ordre de 100 milliards de tonnes de $\text{CO}_2\text{-C}$ par an). En l'absence de perturbations humaines importantes, ce flux considérable de CO_2 qui va de l'atmosphère à la biosphère terrestre est équilibré par les flux de respiration de retour.

Les humains interagissent avec la terre de bien des façons. Certains modes ou certains changements d'affectation des terres peuvent modifier directement le volume et le rythme des échanges naturels de gaz à effet de serre (GES) dans les écosystèmes terrestres, l'atmosphère et l'océan. Le fait que les changements d'affectation des terres ont une incidence sur les flux actuels et futurs de CO_2 associés à ces affectations, est l'une des caractéristiques qui, aux fins de l'analyse des émissions de CO_2 , permet d'établir une distinction entre l'affectation des terres et l'utilisation des combustibles fossiles. Les écosystèmes sont dans un état d'équilibre dynamique. Le volume des flux de carbone et les quantités de carbone emmagasinées dans les réservoirs de carbone se modifient au fil du temps. Chaque écosystème a son propre profil, qui dépend de son état de succession, des facteurs climatiques et de l'exposition aux perturbations naturelles et humaines. La croissance des arbres et la formation des sols exigent de nombreuses années (décennies ou siècles), ce qui rend le taux annuel de changement très petit.

En publiant l'Inventaire de 1996, le Canada a tenté, pour la première fois, de diffuser les résultats d'une évaluation du flux net de dioxyde de carbone et d'autres GES résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie (CATF), conformément aux lignes directrices révisées du GIEC de 1996 (GIEC, OCDE, AIE, 1997). Les émissions de dioxyde de carbone provenant des sols agricoles, pour lesquelles des estimations ont été fournies dans les précédents rapports et soumissions, sont déclarées sous la rubrique « Agriculture » (section 5).

Pour un certain nombre de motifs, il est difficile d'obtenir, dans le cadre du CATF, des renseignements permettant de faire rapport avec suffisamment de précision, en respectant le cadre du GIEC. Le chapitre 5 des lignes directrices du GIEC présente un certain nombre de méthodes permettant de mesurer les effets des GES sur les activités du CATF qui ont, à l'échelle mondiale, une incidence importante. Dans le cas du Canada, cette évaluation présuppose l'estimation d'une multitude de petits changements se produisant sur un immense territoire. Si on veut aboutir à des résultats valables, il faut décider comment appliquer les méthodes du CATF aux circonstances particulières du Canada. En outre, comme les terres sont influencées par les forces naturelles et les décisions humaines, l'isolement des effets anthropiques de l'affectation des terres et des activités qui modifient cette affectation, conformément à la Convention cadre sur le changement climatique, est une tâche aussi complexe qu'importante.

Les résultats sont ventilés selon les catégories suivantes :

1. Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse.
2. Conversion des forêts et des pâturages, désignée communément par le terme déboisement.
3. Abandon des terres de culture, des pâturages et autres terres exploitées.
4. Absorptions et émissions de CO_2 par les sols, associées aux points 2 et 3.
5. Émissions des feux d'origine humaine.
6. Émissions des feux de forêt d'origine naturelle (non requis par le GIEC).

Certaines activités associées à l'affectation des terres et certains changements d'affectation sont considérés comme des sources nettes alors que d'autres le sont comme des puits nets. La foresterie commerciale et l'abandon des terres exploitées (1, 3 et une partie de 4) absorbent actuellement du CO_2 de l'atmosphère alors que la conversion des terres en forêt et en pâturage (2 et une partie de 4) et la combustion de la biomasse (5 et 6) provoquent des émissions. Toutes les estimations, dans cette section, sont tirées de Sellers et Wellisch (1998). Il est important de noter que les émissions et les absorptions de CO_2 provenant du changement d'affectation des terres et de la foresterie signalées dans ce chapitre ne sont pas incluses dans l'inventaire national des émissions de GES au Canada conformément aux critères de déclaration des lignes directrices du GIEC (GIEC/OCDE/AIE, 1997).

Les activités du CATF peuvent avoir une incidence sur trois réservoirs différents de carbone : la biomasse aérienne, la biomasse souterraine et le carbone contenu dans le sol. Pour les réserves forestières, la méthodologie actuelle du GIEC ne tient pas compte de la biomasse souterraine ni du carbone contenu dans les sols. Les données actuelles sur ces réservoirs pour les forêts commerciales canadiennes sont inadéquates. Les fluctuations du niveau de carbone des sols sont toutefois prises en compte pour les activités qui modifient l'affectation des terres (voir les sections 6.2 et 6.3).

Modèle du bilan de carbone et méthodes du GIEC

Le Canada, qui occupe une superficie d'environ 100 millions d'hectares de terre et d'eau, est au deuxième rang des pays du monde en étendue. Les forêts canadiennes recouvrent environ 45 p. 100 des terres et environ 35 p. 100 de la superficie boisée totale du Canada est connue sous l'appellation de « forêt de production » (forêt accessible, non classée).

Le Modèle du bilan de carbone (MBC-SFC2¹), bien que plus détaillé dans son évaluation des bassins de carbone forestier que la méthode du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), ne porte pas sur tous les facteurs inclus dans les lignes directrices du Groupe. En vertu de celles-ci, les flux de carbone du secteur forestier sont évalués en même temps que les effets du changement d'affectation des terres. D'une part, le modèle inclut toutes les terres forestières canadiennes pour lesquelles des données sur la biomasse sont disponibles (y compris les forêts non aménagées), et il tient compte du carbone contenu dans la biomasse

souterraine ainsi que des effets des perturbations naturelles. D'autre part, le modèle MBC-SFC2 exclut le traitement des arbres non forestiers, l'utilisation du bois de chauffage résidentiel et les effets de la conversion des terres. L'obtention de données qui représentent le mieux les forêts aménagées ou « forêts commerciales » (aires forestières, taux d'accumulation de la biomasse, coefficients d'expansion, etc.), comparativement à l'ensemble de la forêt canadienne, a rendu difficile, pour le Canada, de faire rapport sur cette catégorie de son inventaire.

Aperçu des émissions et des absorptions résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie

Le Tableau 6.1 fournit les résultats de 1996 des émissions et des absorptions, dans chacune des sous-catégories de cette section, pour le CO_2 , le CH_4 et le N_2O (en équivalent CO_2) tandis que la Figure 6-1 illustre ces résultats graphiquement. L'absorption totale de CO_2 par les puits résultant des activités humaines du CATF au Canada en 1996 a été estimée à environ 297 Mt d'équivalent CO_2 , alors que les émissions totales de CO_2 provenant de toutes les sources ont été estimées à environ 265 Mt d'équivalent CO_2 . Les estimations d'émissions dépendent largement de la manière dont la méthode utilisée traite de la question des produits du bois (voir la section 6.1.3).

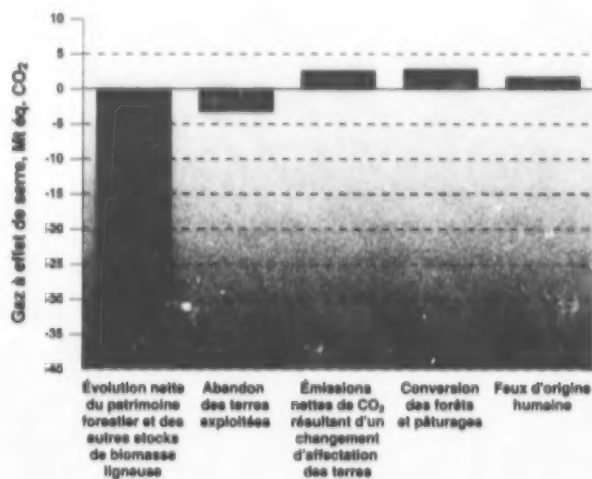


FIGURE 6-1
Gaz à effet de serre provenant du changement d'affectation des terres et de la foresterie

¹ On peut trouver les résultats de l'application de ce modèle dans le précédent inventaire national du Canada (Jaques et al., 1997).

TABLEAU 6-1 ÉMISSIONS ET ABSORPTIONS*
DE 1996 DUES AU CHANGEMENT
D'AFFECTATION DES TERRES
ET À LA FORESTIERIE

	CO ₂ net Mt	CH ₄ Mt éq. CO ₂	N ₂ O Mt éq. CO ₂
Évolution nette du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse	-37		
Conversion des terres	2,8		
Abandon de terres exploitées	-3,2		
Émissions nettes des sols résultant d'un changement d'affectation des terres	2,6		
Feux d'origine humaine**	6,0	0,88	0,87
Total***	-30	1,7	

* Les absorptions sont indiquées par un signe (-).

** À l'extérieur de la forêt de production, les émissions de CO₂ provenant des feux de la zone de forêt de production sont incluses sous la rubrique « Évolution nette du patrimoine forestier ».

*** Exclut 6 Mt de dioxyde de carbone (CO₂) provenant de feux d'origine humaine, à l'extérieur de la forêt de production.

Remarques : a. Les estimations pour chaque catégorie sont fournies avec deux chiffres significatifs. Pour le CO₂, les totaux ont été arrondis à un chiffre significatif pour refléter le niveau relativement élevé d'incertitude associé à cette catégorie.

b. Le CO₂ provenant du changement d'affectation des terres et de la foresterie est classé séparément et n'est pas inclus dans les totaux de l'inventaire.

6.1 Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse

La superficie forestière totale du Canada (417 Mha) représente près de 10 p. 100 de la superficie forestière totale de la planète. Elle est composée d'une mosaïque d'écosystèmes – forêts d'âges différents et d'espèces différentes exposées à divers climats et perturbations. Aux fins de la définition de la zone forestière touchée par l'activité humaine, une décision a dû être prise concernant la superficie des terres forestières dont il faut tenir compte dans cette évaluation. Environ 58 p. 100 de la zone forestière canadienne est classée dans la catégorie des forêts productrices de bois d'œuvre. La portion de ce genre de forêt accessible et non classée est connue sous l'appellation de « forêt de production » et peut faire l'objet d'une exploitation commerciale (148 Mha). La forêt de production représente 35 p. 100 des terres forestières du Canada (CCMF, 1997). Le reste de la forêt de production de bois d'œuvre est soit réservé à d'autres usages, soit inaccessible. Au sein même de la forêt de production,

on considère que la zone de croissance contribuant à l'absorption du CO₂ représente 122,8 Mha, une fois les forêts surannées exclues (Sellers et Wellisch, 1998). L'*Inventaire des forêts du Canada de 1991* (révision de 1994) est la principale source d'information sur la zone de forêt de production. La foresterie commerciale est considérée comme l'activité humaine dominante se produisant dans les forêts canadiennes, qui peut avoir une incidence sur l'importance des réserves forestières et augmenter ou diminuer les émissions de GES. Cela comprend la gestion commerciale, la coupe industrielle de bois rond et de bois de chauffage, la production et l'utilisation des produits du bois et l'exploitation des plantations forestières.

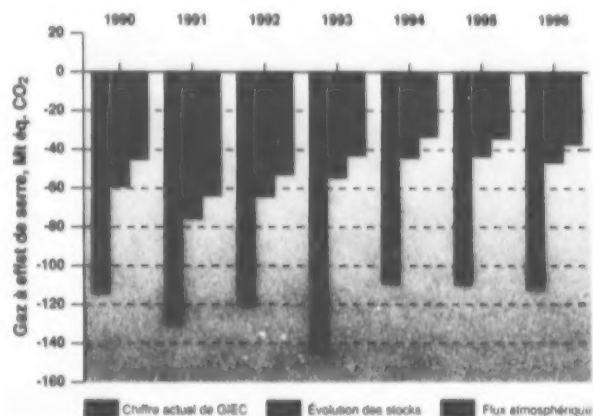


FIGURE 6.1.3-1

Comparaison de l'absorption nette de dioxyde de carbone provenant de changements dans les stocks forestiers avec la méthode actuelle du GIEC et avec les méthodes de l'évolution des stocks et du flux atmosphérique

6.1.1 Méthode

Dans le cadre de la méthode actuelle du GIEC (utilisée pour produire les résultats présentés ici), l'incidence nette d'une absorption ou d'une émission est calculée comme étant la différence entre l'absorption de CO₂ résultant de la croissance des arbres et les émissions résultant de la coupe des arbres. La croissance forestière est définie comme l'accumulation de la biomasse aérienne. Toutes les émissions résultant des éléments commercialisables de l'exploitation (le bois d'œuvre) et des éléments non commercialisables (par exemple les copeaux inutilisés) sont présumées s'être produites l'année de la coupe. Cette méthode ne tient pas compte de manière adéquate du sort du

carbone stocké dans les produits du bois. Deux méthodes de remplacement – la méthode du flux atmosphérique et celle du changement de stock – qui font actuellement l'objet de discussions sur la scène internationale, ont été provisoirement évaluées au Canada. Les résultats comparatifs sont présentés à la section 6.1.3.

L'accumulation de la biomasse aérienne dans la forêt de production a été estimée en multipliant différents facteurs – aire forestière, taux d'accumulation de la biomasse par secteur, densité de la biomasse et coefficient d'expansion – pour tenir compte de tous les éléments aériens. La tâche la plus ardue a consisté à obtenir ces données pour des forêts de production considérées comme un sous-ensemble de la superficie forestière totale. Pour la zone de croissance, une valeur de 122,8 Mha a été tenue pour constante pendant la période allant de 1990 à 1996.

Comme le taux de croissance des forêts n'est pas disponible par classe d'âge pour la forêt de production – une importante et critique pénurie de données – on a appliqué à l'ensemble de la zone de croissance une valeur moyenne à long terme appelée « croissance annuelle moyenne à maturité » (CMA). Cet indice est défini comme le volume d'arbres matures par hectare divisé par l'âge. L'utilisation de ce taux de croissance est perçue comme la plus grande source d'incertitude dans l'estimation de l'absorption de CO₂ par la forêt. Puisque cet indice représente une moyenne à long terme et une approximation de la croissance actuelle, il est considéré comme une valeur nette qui tient compte des pertes forestières dues à la concurrence, aux insectes, aux maladies, aux feux et aux autres perturbations. La CMA calculée par écozone est présumée constante entre 1990 et 1996.

En plus de la croissance au sein de la forêt de production, l'accumulation de la biomasse provenant des boisés de ferme est également évaluée et incluse dans l'inventaire, bien qu'elle ne représente pas plus de 1 à 2 p. 100 de la croissance annuelle totale du carbone aérien. On estime que les bosquets et autres zones boisées des terres agricoles représentent environ 12 p. 100 de la superficie totale de ces terres (Sellers et Wellisch, 1998). La zone des terres boisées a été estimée à partir des données du recensement agricole (diffusées par Statistique Canada). Pour les années intermédiaires, entre les recensements, les données ont été estimées par régression linéaire. Aucune donnée précise n'est disponible en ce qui a trait aux forêts urbaines et leur contribution à la croissance totale de la biomasse a été jugée négligeable. On n'a donc pas tenu compte de leur incidence.

Les émissions de dioxyde de carbone provenant de l'exploitation forestière ont été obtenues par application de la méthode actuelle du GIEC au terme d'une assez longue série de calculs faisant intervenir des données telles que la consommation et l'utilisation industrielles du bois d'œuvre et un certain nombre de coefficients permettant de tenir compte du volume d'écorce, de l'expansion, de la consommation de bois de chauffage et de charbon de bois ainsi que des matériaux oxydés et non oxydés au cours de l'année d'inventaire. Pour des calculs plus détaillés, le lecteur devrait consulter Sellers et Wellisch (1998).

6.1.2 Tendances

Le Tableau 6.1.2-1 inclut l'absorption brute par les forêts, les émissions provenant de la coupe et l'absorption nette de CO₂ pour la période allant de 1990 à 1996. L'absorption brute de CO₂ en 1996 a été estimée à environ 290 Mt, avec très peu de fluctuations apparentes entre 1990 et 1996, en raison du manque de données. Pratiquement toute l'absorption peut être attribuée à la partie de la forêt de production qui est en pleine croissance. La fluctuation mineure est due

TABLEAU 6.1.2-1 ÉMISSIONS ET ABSORPTIONS^{*} PROVENANT DE L'ÉVOLUTION DU PATRIMOINE FORESTIER ET DES AUTRES STOCKS DE BIOMASSE LIGNEUSE DE 1990 À 1996

Mt éq. CO ₂	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Absorptions par la FP**	-280	-280	-280	-280	-280	-280	-280
Absorption par les boisés agricoles	-5,2	-5,2	-5,2	-5,3	-5,3	-5,3	-5,4
Absorptions totales	-290	-290	-290	-290	-290	-290	-290
Émissions résultant de l'oxydation de la production totale de bois rond	180	160	170	180	180	180	180
Émissions provenant de l'oxydation des résidants d'exploitation	69	63	66	69	73	73	71
Émissions totales***	240	230	240	250	260	260	250
Absorptions nettes	-50	-60	-50	-40	-30	-30	-40

* Les absorptions sont indiquées par un signe (-).

** FP = Forêt de production, 122,8 Mha.

*** En appliquant la méthode actuelle du GIEC.

Remarque : Les estimations des catégories sont fournies avec deux chiffres significatifs. Les totaux ont été arrondis à un chiffre significatif pour refléter le niveau relativement élevé d'incertitude associé à la catégorie concernée.

aux variations annuelles estimées des zones boisées des terres agricoles. Les émissions totales provenant de l'oxydation en 1996 étaient de 250 Mt d'équivalent CO_2 , dont 28 p. 100 provenant de l'oxydation des rémanents d'exploitation et 72 p. 100 de l'oxydation de la production totale de rondins. L'absorption nette par les forêts s'est chiffrée à 40 Mt en 1996, comparativement à 50 Mt en 1990 (chiffres arrondis).

L'augmentation de l'oxydation des rémanents et du bois rond s'explique par le taux de croissance annuel de la production industrielle de rondins, qui est d'environ 1 p. 100.

Il est probable qu'il y ait une certaine redondance entre les données résultant de l'évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse et celles des secteurs de l'énergie et des déchets (p. ex., le méthane des déchets du bois dans les sites d'enfouissement sanitaire et l'utilisation industrielle de la biomasse comme combustible). Étant donné la nature de la méthode utilisée dans le calcul des estimations pour les catégories du CATF, il a été pratiquement impossible d'extraire la part des émissions qui pourrait être attribuée aux déchets du bois ou à la biomasse combustible dans ce module. Toutefois, si on tient compte des principales questions non résolues dans le cadre de la méthode utilisée ici, on peut avancer que le commerce international des produits du bois pourrait également entraîner un comptage double des données relatives aux émissions, qui est considérable. Par conséquent, même si le problème du comptage double est admis, il n'y a eu aucune tentative de résolution puisque la question doit être réglée au niveau de la méthode.

6.1.3 Méthodes de remplacement : changement des stocks et flux atmosphérique

Les émissions de dioxyde de carbone résultant de la coupe soutenue des forêts commerciales ont été évaluées en faisant appel à deux autres méthodes qui n'ont pas encore été approuvées et ne sont pas incluses dans les lignes directrices du GIEC : la méthode de l'évolution des stocks et la méthode du flux. Les éliminations nettes de CO_2 dérivées des trois méthodes sont comparées à la Figure 6.1.3-1. Une autre méthode, la méthode de la production, a été proposée plus récemment, mais elle n'a pas encore été évaluée pour le Canada. Toutes ces méthodes sont considérées comme des améliorations par rapport à la méthode par défaut puisqu'elles reconnaissent que la plus grande partie de la biomasse récoltée convertie en produits du bois ne produit pas d'émissions au cours de l'année

de la coupe. Les émissions brutes en 1996 vont de 178 (méthode du flux) à 253 Mt d'équivalent CO_2 (méthode actuelle du GIEC).

Les méthodes du stock et du flux tiennent compte, toutes deux, de la question du cycle de vie du produit en répartissant les produits en deux groupes : (1) les produits qui durent moins de cinq ans et (2) les produits qui ont une durée de vie de cinq ans ou plus. Ces méthodes diffèrent quant à l'allocation des émissions et des absorptions. La méthode du changement de stock assigne tous les changements se produisant dans les réservoirs forestiers au pays dans lequel a lieu la coupe, sans tenir compte de la destination des exportations de produits forestiers. La méthode du flux assigne les émissions ou absorptions au pays où le C-CO_2 est émis dans l'atmosphère ou absorbé. La méthode par défaut est irréaliste, tant sur le plan spatial que temporel, puisque les émissions ne sont pas liées au pays où elles se produisent dans les faits, ni au moment de leur occurrence. La méthode du changement de stock est semblable à la méthode par défaut, mais elle inclut des sources supplémentaires d'émission et d'absorption de stocks pour le pays en se fondant sur les émissions provenant de la décomposition des produits de longue durée de vie, et sur des calculs supplémentaires d'estimation du bassin reposant exclusivement sur l'usage des produits du bois dans le pays producteur. La méthode du flux est semblable à celle adoptée pour les émissions de combustibles fossiles : elle requiert un peu plus de calculs, mais elle rend mieux compte du moment et du lieu où se produisent réellement les émissions ou les absorptions.

6.2 Conversion des forêts et des pâturages

Cette sous-section estime les émissions de CO_2 associées à des changements d'affectation des terres tels que la conversion des forêts et des pâturages en terres cultivées ou autres terres agricoles et la conversion des terres forestières, des prairies, des terres agricoles et autres zones à des fins d'aménagement urbain. On ne tient compte ici que des fluctuations du niveau de carbone aérien. Le changement des niveaux de carbone souterrain est estimé à la section 6.4. Les autres sources de déboisement n'ont pas été incluses dans cette évaluation, étant donné la pénurie de données.

6.2.1 Méthode

Au Canada, le manque de données fiables sur le taux des changements d'affectation des terres est attribuable au fait que ces changements ne sont ni

détectés ni signalés. La superficie des terres converties à d'autres usages a été déterminée en se fondant sur les données relatives à l'accroissement des zones agricoles et urbaines, seules séries chronologiques disponibles. Il s'agit de valeurs moyennes calculées sur dix ans, conformément aux lignes directrices du GIEC. Les données sur la superficie des terres agricoles ont été extraites des profils agricoles du Recensement de l'agriculture pour chaque province. Les données sur les zones urbaines ont été extraites des données environnementales des Éconnexions de Statistique Canada pour chaque province. Une régression linéaire a été utilisée pour extrapoler les données pour les années se situant entre les recensements.

En l'absence d'information correspondante sur les superficies converties, on a établi des hypothèses concernant les sources de terres agricoles et urbaines supplémentaires. Des coefficients, élaborés à l'origine par ESSA (1996) et par Environnement Canada (1989), ont été appliqués pour ventiler l'ensemble des secteurs convertis selon le type de terre originale (forêt tempérée, forêt boréale, pâturages, etc.). Les densités de la biomasse avant conversion ont été extraites de ESSA (1996), tandis que les densités de la biomasse après conversion étaient tirées des données par défaut du GIEC. Les superficies converties, l'ensemble des coefficients de conversion et les autres coefficients se trouvent dans Sellers et Wellisch (1998).

On ne dispose pas de données suffisantes pour attribuer les changements de densité de la biomasse à différentes catégories (brûlage sur place, brûlage hors site et décomposition) avec un niveau de confiance acceptable. On présume donc que tout changement de densité du carbone résulte de la conversion en dioxyde de carbone. Par conséquent, les émissions de gaz traces autres que le gaz carbonique, associées au brûlage sur place après conversion des terres, n'ont pas pu être évaluées.

Cette méthode oblige à se fier au taux net de conversion des forêts en terres agricoles, une source d'erreur qui peut s'avérer importante. Le modèle détecte où a eu lieu la conversion des aires forestières en terres agricoles en cherchant les provinces dans lesquelles la superficie totale de terres agricoles a augmenté pendant la période de mesure. Il en résulte une estimation conservatrice de la superficie totale convertie, dans laquelle on ne considère que le changement net se produisant du début à la fin d'une période pluri-annuelle, plutôt que le changement total qui pourrait être observé si la conversion des terres était calculée sur une base annuelle pour chacune des provinces.

Ce sont les hypothèses de base qui déterminent l'exactitude du calcul des émissions et on estime qu'elles ne fournissent que des approximations du premier ordre.

Les travaux préliminaires de la Table nationale des puits de carbone et de la Table du secteur forestier du processus national des changements climatiques visant à améliorer l'évaluation du déboisement portent à croire que les estimations présentées ici pourraient fort bien sous-estimer l'ampleur de ce phénomène au Canada. Les travaux effectués dans le cadre de ces Tables tiendront compte également d'autres sources de déboisement exclues du présent rapport.

6.2.2 Tendances

La zone totale convertie était de 81 kha en 1990 et d'environ 80 kha en 1996. On estime qu'environ 12 kha ont été déboisés en 1990 et plus de 17 kha en 1996. C'est la conversion des pâturages en terres agricoles et celle des terres agricoles non améliorées en terres améliorées qui viennent en tête de liste des conversions. Néanmoins, le déboisement est la source dominante d'émissions puisqu'elle entraîne les plus grands changements dans la biomasse aérienne. Les émissions de CO₂ associées à la conversion des terres pour la période allant de 1990 à 1996 sont présentées au Tableau 6.2.2-1, où elles sont ventilées par type de terres converties en zones agricoles ou urbaines. Les émissions totales pour 1996 ont été estimées

TABLEAU 6.2.2-1 ÉMISSIONS* DE CO₂
PROVENANT DE LA CONVERSION
DES FORÊTS ET DES PATURAGES
PAR TYPE DE TERRES CONVERTIES
DE 1990 À 1996

Type de terre convertie en terre agricole ou en terrain urbain							
Mt éq. CO ₂	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Forêt tempérée	0,58	0,54	0,57	0,87	1,23	1,56	1,97
Forêt boréale	0,65	0,67	0,64	0,59	0,55	0,5	0,5
Pâturages	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,11	0,11
Agriculture et autres**	0,13	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,25
Total des émissions	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0

* Biomasse aérienne seulement.

** La catégorie Autre comprend les terres en transition qui font déjà l'objet d'interventions humaines.

Remarque : Les estimations des catégories sont fournies avec deux chiffres significatifs. Les totaux ont été arrondis à un chiffre significatif pour refléter le niveau relativement élevé d'incertitude associé à la catégorie concernée.

à environ 3 Mt d'équivalent CO₂ contre 1 Mt en 1996. Tel qu'indiqué dans la méthodologie présentée ci-dessus, les valeurs attribuées au changement d'usage des terres sont une première approximation et doivent être validées si on veut augmenter le niveau de confiance que l'on peut accorder aux résultats. Malgré tout, les résultats semblent indiquer que l'augmentation des émissions de CO₂ associée à la conversion des terres peut s'expliquer par l'expansion des terres agricoles puisqu'il est présumé qu'une partie de cette croissance a entraîné des pertes de terres forestières. On constate également que l'étalement urbain augmente aux dépens des prairies.

6.3 Abandon des terres exploitées

Cette sous-section propose une évaluation de l'absorption de CO₂ résultant de l'accumulation du carbone à la surface des terres exploitées qui ont été abandonnées. On présume que ces terres abandonnées reviennent progressivement à l'état sauvage. Les fluctuations de la teneur des sols en carbone associées à ce phénomène sont traitées à la section 6.4.

6.3.1 Méthode

Les terres exploitées abandonnées sont censées inclure les terres agricoles qui reviennent à leur état initial de prairie ou de forêt et, dans la catégorie des terres agricoles, les terres cultivées (p. ex., les terres de culture et les pâturages) retournant à l'état de friches. L'abandon des terres suivi par leur conversion en un écosystème de pâturage est réputé ne pas augmenter de manière significative la biomasse aérienne. Toutefois, la conversion en écosystème forestier augmente l'absorption de carbone. Le GIEC recommande que le niveau d'assimilation soit évalué dans une double perspective temporelle : les terres abandonnées au cours des 20 dernières années et les terres abandonnées au cours des 80 années précédentes (de 20 à 100 ans). Puisque les séries chronologiques du recensement agricole ne remontent qu'à 1961, l'évaluation pour la deuxième période ne couvre que de 9 à 30 ans, et non 80 ans.

La superficie des terres agricoles abandonnées a été calculée à partir des réductions de la superficie totale des terres agricoles dans les provinces où un tel déclin a été observé d'après le recensement d'Agriculture Canada. Puisqu'aucune donnée n'est accessible sur le sort des terres abandonnées, il faut recourir à des hypothèses : la moitié de la superficie abandonnée est considérée comme convertie en territoire urbain; le

reste est présumé revenir à l'état naturel dans une proportion estimée dans ESSA (1996), et que l'on trouve aussi dans Sellers et Wellisch (1998). Les taux de croissance de la biomasse sur les terres abandonnées ont été élaborés pour la forêt tempérée et la forêt boréale par ESSA (1996). Bien que considérablement plus basses que les valeurs par défaut du GIEC, ces estimations reflètent mieux la situation canadienne. De plus, on a établi des taux moyens de croissance pour les aires forestières (bien qu'en réalité, la croissance varie avec l'âge et l'emplacement).

6.3.2 Tendances

Le Tableau 6.3.2-1 fournit les tendances temporelles de l'absorption du CO₂ sur les terres abandonnées, selon qu'il s'agit de forêts tempérées ou boréales. Pour ce qui est de la conversion des terres agricoles en forêts tempérées, c'est la biomasse aérienne qui contribue le plus à la séquestration. Quand on sélectionne un horizon de 20 ans, les variations temporelles reflètent l'évolution des superficies agricoles dans le temps. Les variations temporelles de l'absorption associées à un horizon de 21 à 200 ans sont fonction de la disponibilité des données en plus des changements de vocation des terres agricoles.

TABLEAU 6.3.2-1 ABSORPTIONS* DE CO₂ PROVENANT DE L'ABANDON DES TERRES EXPLOITÉES PAR NOUVEAU TYPE DE TERRE DE 1990 À 1996

Terre convertie en	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Forêt tempérée	-3,1	-3,2	-3,2	-3,1	-3,1	-3,1	-3,0
Forêt boréale	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11
Total des absorptions	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0

* Croissance aérienne seulement : les absorptions sont indiquées par un signe (-).

Remarque : Les estimations des catégories sont fournies avec deux chiffres significatifs. Les totaux ont été arrondis à un chiffre significatif pour refléter le niveau relativement élevé d'incertitude associé à la catégorie concernée.

6.4 Émissions et absorptions de dioxyde de carbone par les sols résultant du changement d'affectation des terres

Cette section présente l'estimation des émissions de CO₂ des sols ou de son absorption en fonction du changement d'affectation des terres, tel qu'il ressort du Tableau 6.4-1. Les données relatives au dioxyde de carbone provenant des sols agricoles et du chaulage sont présentées à la section 5 – Agriculture.

**TABLEAU 6.4.1 ÉMISSIONS ET ABSORPTIONS*
DE CO₂ DES SOLS DUES AU
CHANGEMENT D'AFFECTATION
DES TERRES DE 1990 À 1996**

Mt éq. CO ₂	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Émissions de la conversion des terres	7,1	7,5	6,8	6,5	6,2	5,9	6,2
Absorptions par les terres abandonnées	-3,6	-3,7	-3,6	-3,6	-3,6	-3,5	-3,5
Total net des émissions et des absorptions	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0

* Les absorptions sont indiquées par un signe (-).

Remarque : Les estimations des catégories sont fournies avec deux chiffres significatifs. Les totaux ont été arrondis à un chiffre significatif pour refléter le niveau relativement élevé d'incertitude associé à la catégorie concernée.

L'estimation nette, dans la présente section, porte sur les émissions des sols provenant de la conversion des terres et sur les absorptions résultant de leur abandon. Ces estimations sont considérées comme de premières approximations en raison de la méthode indirecte choisie pour estimer les superficies agricoles concernées et des hypothèses sur le taux annuel d'émission ou d'absorption des sols dans différents types de terre.

6.4.1 Émissions de carbone des sols après conversion des terres

La conversion des terres forestières ou des pâturages en terres agricoles provoque généralement une perte du carbone que contiennent les sols. Les émissions de dioxyde de carbone ont été estimées par la méthode d'ESSA (1996). La superficie des zones converties est multipliée par la teneur du sol en carbone avant sa conversion pour obtenir le total des pertes annuelles potentielles de carbone. Ce total est ensuite multiplié par la fraction de carbone qui devrait être libérée au cours d'une période de 25 ans. Les valeurs pour les systèmes forestiers sont présumées tenir compte des racines autant que des sols, ce qui entraîne une surestimation de la teneur en carbone des couches pédologiques en milieu forestier. Les émissions totales de CO₂ provenant de la conversion des terres ont été estimées à environ 7 Mt en 1990 et à 6 Mt en 1996.

6.4.2 Absorption du carbone des sols par suite de l'abandon des terres exploitées

L'abandon des terres exploitées et leur retour à l'état naturel provoquent généralement une lente accumulation de carbone dans les sols. Les taux d'absorption de carbone sont ceux qui ont été élaborés par ESSA (1996). Pour les forêts, les taux sont réputés inclure les racines autant que les sols, ce qui entraîne une surestimation de l'absorption strictement attribuée aux sols. Ces taux sont ensuite multipliés par la superficie totale des terres abandonnées qui ne sont pas converties à un usage urbain. Le volume de carbone des terres abandonnées séquestré en 1990 et en 1996 a été estimé à environ 4 Mt de CO₂.

6.5 Feux de forêt d'origine humaine

Cette section évalue les émissions de CO₂ et les émissions de CH₄ et de N₂O à l'état de traces émanant des feux que l'on peut attribuer à l'activité humaine; les feux de forêt d'origine naturelle sont traités à la section 6.6. Les émissions autres que de CO₂ des feux d'origine humaine sont ajoutées aux émissions totales de GES pour le Canada. Une méthodologie et des données détaillées sont présentées dans Sellers et Wellisch (1998). Les coefficients d'émission et les données sur l'utilisation de combustible par foyer d'incendie sont présentés à l'annexe C.

Les données sur les zones brûlées résultant des feux survenus au cours de la période allant de 1990 à 1996 sont présentées au Tableau 6.5-1.

**TABLEAU 6.5.1 AIRES BRÛLÉES PAR DES
FEUX D'ORIGINE HUMAINE
DE 1990 À 1996**

Sources humaines	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
(kha)							
Feux dirigés	106	137	106	95	36	20	30
Autres feux dans la zone de forêt de production	142	221	221	221	221	221	221
Autres feux à l'extérieur de la forêt de production	102	109	147	166	47	266	139

6.5.1 Brûlage dirigé

On a recours au brûlage dirigé pour préparer les sites en vue de favoriser la régénération forestière et de réduire les risques de feu. Cette activité n'est pas liée à l'énergie. En plus des émissions de CO_2 , le brûlage engendre des émissions de gaz à l'état de traces (CH_4 , N_2O) répertoriées ci-après. Les émissions de dioxyde de carbone dues au brûlage dirigé ne sont pas incluses dans cette sous-catégorie puisqu'elles font déjà partie des émissions résultant des rémanents d'exploitation dont il est question au point 6.1 – Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse. Les zones exposées au brûlage dirigé sont déclarées par le Comité canadien de gestion des feux de forêt pour la période allant de 1990 à 1995.

La pratique du brûlage dirigé a diminué de façon significative dans les années 90 et c'est surtout en Colombie-Britannique (C.-B.) qu'on a recours à cette technique. On peut s'attendre à ce que les feux dirigés déclinent dans l'avenir en raison du recouvrement des coûts des services du gouvernement et des préoccupations quant à la fumée et à la qualité de l'air ambiant. On présume que la zone brûlée en 1996 était égale au total de la Colombie-Britannique pour 1994. Les données moyennes sur l'utilisation des combustibles pour le brûlage dirigé (poids de la biomasse brûlée par hectare) sont extraites d'Environnement Canada (1992). Les coefficients d'émission pour chaque gaz à l'état de traces ont été élaborés par Taylor (1996); il s'agit de valeurs révisées par rapport à celles qui sont proposées dans Jaques et al. (1997).

6.5.2 Autres feux dans la forêt de production

Cette catégorie comprend les émissions de gaz non carbonique émanant des feux que l'on attribue à l'activité humaine dans la forêt de production, à l'exclusion du brûlage dirigé. Bien qu'on ne puisse affirmer que ces statistiques soient exemptes de données attribuables à des feux de forêt d'origine naturelle, il semble raisonnable de présumer que ces feux d'origine naturelle pourraient également être indirectement causés par l'activité humaine, principalement parce qu'ils se produisent dans le secteur des forêts aménagées. Le fait que la plupart des feux naturels inventoriés se produisent en dehors des zones de forêt de production ou de forêt aménagée, tend à réduire l'incertitude associée à cette approximation.

Les données historiques pour les forêts commerciales, entre 1961 et 1990, ont été tirées de *Éconnexions* (Statistique Canada, 1996-1997). La fréquence des feux est très variable, même dans les forêts de production qui font l'objet de mesures de protection contre les feux. La moyenne à long terme entre 1961 et 1990 a été utilisée pour estimer les zones brûlées entre 1991 et 1996.

Puisque la croissance annuelle moyenne à maturité (voir section 6.1) – une valeur moyenne calculée sur une longue période – tient déjà compte de certaines perturbations, y compris des feux, les émissions de CO_2 résultant des feux d'origine humaine sont déjà incluses implicitement dans les estimations présentées au point 6.1 – Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse, et ne sont donc pas présentées ici.

6.5.3 Autres feux d'origine humaine en dehors de la forêt de production

Cette section inclut à la fois les émissions de CO_2 et d'autres gaz provenant des feux d'origine humaine, des incendies criminels ou de causes diverses, qui se produisent à l'extérieur de la zone des forêts de production, tel que dans les terrains réservés aux activités récréatives, au logement, au transport par rail ou à d'autres industries. Ici encore, bien qu'il soit difficile d'établir une distinction entre les causes naturelles ou anthropiques des feux, on a pu obtenir dans l'Abrégé de statistiques forestières canadiennes (1993, 1995, 1997), des données historiques pertinentes caractérisées par un degré de confiance modéré. Les données de 1996 ont été prises comme moyenne des zones brûlées pendant la période allant de 1990 à 1995. Pour les feux relevés à l'intérieur et à l'extérieur de la forêt de production, les données sur l'utilisation de combustibles sont celles qui ont été proposées par Stocks (1990). Les coefficients d'émission de CO_2 et ceux des gaz à l'état de traces ont été établis par Taylor (1996).

6.5.4 Tendances

Puisque les mêmes coefficients ont été utilisés pendant toute la période allant de 1990 à 1996, les tendances reposent exclusivement sur les zones brûlées. Les tendances des émissions des quatre gaz à l'état de traces ont un profil semblable. Tel qu'illustré au Tableau 6.5.4-1, approximativement les deux tiers des émissions des feux d'origine humaine ont pour

TAB. 6.5.1 - TOTAL DES ÉMISSIONS DE GAZ À L'ÉTAT DE TRACES PROVENANT DE FEUX D'ORIGINE HUMAINE DE 1990 À 1996

Source humaine/gaz	Mt éq. CO ₂	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Feux dirigés ⁽¹⁾								
CH ₄		1,0	1,3	0,98	0,88	0,34	0,19	0,28
N ₂ O		0,16	0,74	0,59	0,53	0,22	0,12	0,16
Sous-total des GES		1,2	2,0	1,6	1,4	0,55	0,31	0,44
Autres feux dans la FP* ⁽¹⁾								
CH ₄		0,24	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
N ₂ O		0,28	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Sous-total des GES		0,51	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Autres feux à l'extérieur de la FP*								
CO ₂		4,4	4,7	6,3	7,2	2,0	11	6,0
CH ₄		0,17	0,18	0,24	0,28	0,08	0,44	0,23
N ₂ O		0,22	0,22	0,28	0,34	0,09	0,53	0,28
Sous-total des GES		4,8	5,1	6,8	7,8	2,2	12	6,5
TOTAL (sauf les émissions de CO₂)		2,1	3,2	2,9	2,8	1,5	2,1	1,7

*Forêt de production

(1) Les émissions de CO₂ des feux dans la FP sont incluses dans les absorptions nettes figurant au point 6.1 - Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse -.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux. Les estimations dans les diverses catégories sont fournies avec deux chiffres significatifs.

origine les brûlages dirigés de 1990. Au fur et à mesure que les pratiques de brûlage perdent en popularité, tel que nous l'avons mentionné précédemment, les feux accidentels en sont arrivés à représenter la majorité des émissions dans cette catégorie.

6.6 Feux de forêt d'origine naturelle

Bien que ces émissions dépassent la portée de ce qui doit être déclaré dans le cadre de la Convention cadre sur le changement climatique – à savoir les émissions de GES d'origine humaine – les données qui suivent illustrent d'intéressantes tendances dans les émissions de CO₂, de CH₄, de N₂O, de CO et de NO_x associées aux feux de forêt d'origine naturelle. Les feux se produisant en dehors de la forêt de production sont principalement causés par la foudre. La superficie brûlée en 1990 totalisait 728 kha. Les chiffres de 1996 (2 616 kha) ont été extrapolés en utilisant une moyenne de feux calculée sur 25 ans (1970 à 1995) dans la forêt de production, même si certains feux de forêt d'origine naturelle se déclenchent à l'extérieur de ce secteur

(Conseil canadien des ministres des forêts, 1997). Les superficies brûlées sont multipliées par le coefficient de consommation moyen de combustible pour les feux d'origine naturelle, soit 0,0264 kt par hectare (Stocks, 1990). La valeur de la consommation de combustible est alors combinée avec le coefficient d'émissions d'émission qui en résultent pour 1990 et 1996 pour les trois gaz à effet de serre autant que pour le CO et le NO_x sont présentées au Tableau 6.6-1. À noter que ces valeurs ne font pas partie du total national.

TAB. 6.6-1 - ÉMISSIONS PROVENANT DES FEUX D'ORIGINE NATURELLE

Émissions Mt	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO ₂	31	59	30	72	260	270	110
CH ₄ (éq. CO ₂)	1,2	2,3	1,2	2,8	10	10	4,3
N ₂ O (éq. CO ₂)	1,6	2,8	1,2	3,4	12	12	5,3
CO	1,7	3,2	1,6	3,9	14	14	6,1
NO _x	0,03	0,06	0,03	0,08	0,28	0,29	0,12

Remarque : Les estimations de chaque catégorie sont fournies avec deux chiffres significatifs.

6.7 Incertitude

Les méthodes d'estimation des émissions et absorptions résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie sont plus complexes que celles utilisées dans les autres catégories du GIEC, exigent davantage d'étapes, de données, de coefficients et d'hypothèses. Ces résultats devraient être considérés comme de premières estimations qui reflètent la direction (source ou puits) et l'ampleur de l'émission ou de l'absorption. Ces résultats sont caractérisés par un haut niveau d'incertitude (plus de 100 % dans presque tous les cas). Pour refléter cette incertitude, on a arrondi les données à un chiffre significatif. Les estimations du niveau d'émission reflètent les « émissions maximales ou les plus élevées » alors que celles du niveau d'absorption reflètent les « absorptions minimales ou les plus basses ».

Le GIEC énumère quatre sources principales d'incertitude qui sont toutes pertinentes dans le cadre du chapitre portant sur le CATF : définitions, méthodologie, données sur l'activité et compréhension scientifique sous-jacente. Par exemple, le souci de faire correspondre l'information sur l'utilisation des terres canadiennes avec les catégories du GIEC ou l'établissement de distinctions entre les activités

d'origine naturelle et humaine sont des entreprises teintées de subjectivité. Il existe, au Canada, une pénurie de données chronologiques sur les superficies sujettes à un changement d'affectation. On manque également de données précises pour estimer l'évolution des stocks de carbone dans les zones de forêt de production; particulièrement en ce qui a trait aux données sur la croissance des forêts par classe d'âge.

6.8 Bibliographie

- Conseil canadien des ministres des forêts. *Abrégé de statistiques forestières canadiennes*, 1996, Base nationale de données sur les forêts, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Ottawa, Ontario, 1997.
- Conseil canadien des ministres des forêts. *Abrégé de statistiques forestières canadiennes*, 1994, Base nationale de données sur les forêts, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Ottawa, Ontario, 1995.
- Conseil canadien des ministres des forêts. *Abrégé de statistiques forestières canadiennes*, 1992, Base nationale de données sur les forêts, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Ottawa, Ontario, 1993.
- Environnement Canada. *Estimation des émissions de gaz provoquant l'effet de serre au Canada en 1990*, rapport SPE 5/AP/4, ministère des Approvisionnements et Services, Ottawa, 1992.
- ESSA Technologies Ltd. *International Reporting of Canadian Forest Sector Carbon Inventories: Assessment of Alternative Methodologies*, préparé pour le Service canadien des forêts, région du Nord-Ouest, 1996.
- GIEC/OECD/AIE (1997). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre - Version révisée* 1996, GIEC, Londres, Royaume-Uni, 1997.
- Jaques, A.P., F. Neitzert et P. Boileau. *Tendances des émissions de gaz à effet de serre au Canada 1990-1995*, Environnement Canada, 1997.
- Lowe, J.J., Power, K. et Gray S. L., 1996. *Inventaire des forêts du Canada, 1991 : La version de 1994*, compte rendu d'information BC-X-362. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre forestier du Pacifique.
- Sellers, P. et M. Wellisch. *Greenhouse Gas Contribution of Canada's Land Use Change and Forestry Activities, 1990-2010*, préparé par les consultants de MWA pour Environnement Canada, Hull, PQ. Version finale, juillet 1998. (Conformément aux lignes directrices du GIEC concernant le changement d'affectation des terres et la foresterie. Description des fiches de travail sur le CATF du GIEC).
- Statistique Canada. *Éconnexions, Indicateurs et statistiques détaillées* 1997, publication n° 16-200- XKE, Division des comptes nationaux et de l'environnement, Ottawa, Canada, 1997.
- Stocks, B.J. Lettre adressée à Werner Kurz. ESSA Ltd. à propos des émissions de CO₂ résultant des feux de forêt d'origine naturelle et du brûlage dirigé au Canada, 1990.
- Taylor, S.W. et K.L. Sherman. *Biomass Consumption and Smoke Emissions from Contemporary and Prehistoric Wildland Fires and British Columbia*, EMVRF, rapport 249, préparé par le Service canadien des forêts, Centre forestier du Pacifique, mars 1996.
- Wellisch, M. *Greenhouse Gas Contribution of Canada's Forest Products Sector (1990-2010)*. Rapport final préparé par des consultants de MWA pour Environnement Canada, Hull, Québec, mars 1999. (Conformément aux lignes directrices du GIEC sur le changement d'affectation des terres et la foresterie.)

Section 7 – Déchets

Le secteur des déchets a émis environ 3 p. 100 de l'ensemble des gaz à effet de serre en 1996 (voir la figure 7-1). L'élimination des déchets solides dans le sol, la manipulation des eaux usées et l'incinération des déchets sont les principales sources d'émissions avec une contribution respective de 91 p. 100, 6 p. 100 et 2 p. 100 en 1996. C'est le méthane qui, dans le secteur des déchets, est le gaz à effet de serre le plus important, puisqu'il représente 95 p. 100 des émissions.

Une grande partie des déchets traités ou éliminés sont attribuables à la biomasse. Les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) provenant de ces déchets ne sont pas incluses dans la présente section; en théorie, il n'y a pas d'émissions nettes si la biomasse est récoltée à un rythme qui assure sa préservation¹. Si la biomasse est récoltée à un rythme non soutenable (c.-à-d. plus rapidement que la repousse annuelle), les émissions nettes de CO_2 apparaîtront comme une perte de biomasse résultant d'un changement d'affectation des terres ou de la foresterie.

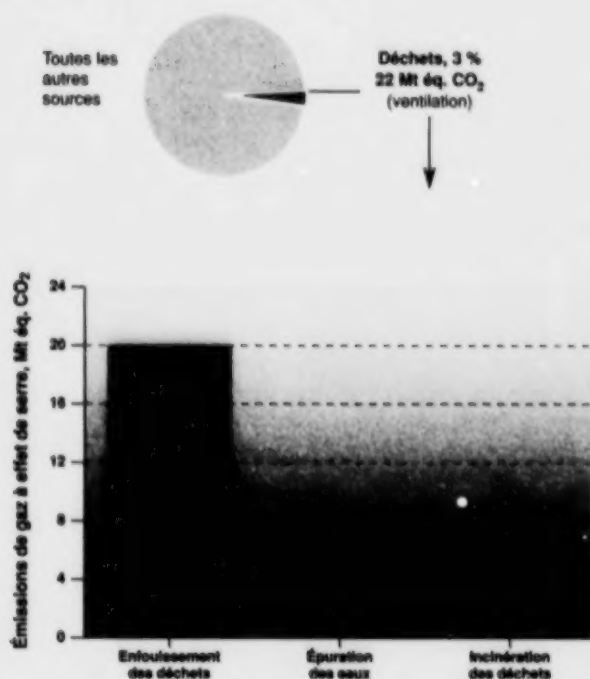


FIGURE 7-1
Sources de gaz à effet de serre dans le
secteur des déchets

7.1 Élimination des déchets solides en milieu terrestre

Les émissions provenant de l'élimination des déchets solides dans le sol étaient de 20 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, soit une augmentation de 5 p. 100 par rapport à 1990. La production de méthane dans les déchets solides des décharges municipales s'est accrue de 20 p. 100 à partir de 1990; néanmoins, on procède actuellement au captage et à la combustion des gaz des décharges, une pratique qui a réduit considérablement la croissance des émissions (tableau 7.1-1). Les émissions sont estimées à partir de deux catégories de décharges au Canada : les lieux d'enfouissement de déchets urbains solides et les lieux d'enfouissement de déchets du bois. Les émissions des lieux d'enfouissement des déchets du bois se sont accrues de 20 p. 100 à partir de 1990, mais il s'agit d'une source mineure comparativement aux ordures ménagères. Le captage des gaz d'enfouissement n'est pas pratiqué dans les lieux d'enfouissement de déchets du bois de sorte que cela n'a aucun effet sur la réduction des émissions pour cette source.

TABEAU 7.1-1 TENDANCES DES ÉMISSIONS
DES LIEUX D'ENFOUISSEMENT
DE DÉCHETS URBAINS SOLIDES

Année	Déchets urbains solides			CH_4 libéré	
	CH_4 produit Mt éq. CO_2	CH_4 récupéré Mt éq. CO_2	CH_4 libéré Mt éq. CO_2	Déchets du bois Mt éq. CO_2	Total CH_4 Mt éq. CO_2
1990	21	4,4	17	1,5	19
1991	22	4,5	18	1,6	19
1992	23	4,7	18	1,6	20
1993	23	4,8	18	1,7	20
1994	24	5,1	19	1,7	20
1995	24	5,6	18	1,8	20
1996	25	6,1	19	1,8	20

Quantité totale de méthane des lieux d'enfouissement
= volume produit - volume récupéré.

En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels n'équivale pas aux totaux.

¹ La biomasse composée de déchets de nourriture est récoltée sans perte. Le dioxyde de carbone émis à partir de la décomposition des aliments est consommé par la récolte suivante.

Au Canada, la majorité des opérations d'évacuation terrestre des déchets, sinon la totalité, ont lieu dans des décharges municipales ou dans des lieux d'enfouissement privés. Il n'existe pratiquement aucune décharges qui ne soit pas gérée. Par conséquent, seules les émissions de méthane des décharges gérées ont été estimées pour cet inventaire. Les déchets de provenance résidentielle, institutionnelle, commerciale, industrielle ainsi que les déchets de la construction et de la démolition sont évacués dans des décharges municipales.

Les lieux d'enfouissement des déchets du bois appartiennent à des organismes privés et sont exploités par l'industrie forestière, notamment par des scieries ou des usines de pâtes et papiers. Ces industries utilisent ces décharges pour éliminer les résidus du bois superflus tels que la sciure, les copeaux de bois, l'écorce et les boues. Le meilleur moyen de réduire les émissions de méthane en provenance de cette source consiste à brûler les déchets du bois. Certaines de ces industries ont manifesté un intérêt croissant pour les projets de récupération d'énergie qui produisent de la valeur ou de l'électricité.

Il faut également noter que même si les lieux d'enfouissement de déchets du bois ont été désignés comme une source d'émissions de méthane, un haut niveau d'incertitude caractérise les estimations. Les émissions réelles sont vraisemblablement du même ordre de grandeur que les estimations.

7.1.1 Méthode

Deux méthodes d'estimation des émissions résultant des déchets urbains solides sont présentées dans les lignes directrice du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) : une méthode par défaut et une méthode cinétique théorique du premier ordre, également connue sous le nom de modèle Scholl Canyon (GIEC, 1997). La méthode par défaut estime les émissions en ne se fondant que sur les déchets enfouis l'année précédente alors que le modèle Scholl Canyon les estime se fondant sur les déchets enfouis au cours d'une plus longue période (plusieurs années).

Au fil des dernières décennies, la composition et le volume des déchets enfouis au Canada se sont modifiés considérablement. Pour ce motif, un modèle statique tel que le modèle par défaut n'est pas approprié et on se sert du modèle Scholl Canyon pour estimer les émissions des lieux d'enfouissement des ordures ménagères et des lieux d'enfouissement des déchets du bois au Canada. La méthodologie est expliquée en détail à l'annexe B.

7.1.2 Gaz des décharges récupérés

Une partie du méthane produit dans les lieux d'enfouissement de déchets urbains solides est récupérée. Pour calculer les émissions nettes de méthane des décharges, la quantité de méthane récupérée est soustraite de l'estimation du modèle Scholl Canyon. Les données sur le volume de gaz récupéré pour les années 1990 à 1996 ont été fournies par le Bureau national de prévention de la pollution d'Environnement Canada. Voir le Tableau 7.1-1 pour un résumé à l'échelle nationale. Les données relatives à la récupération sont fondées sur les estimations fournies par les exploitants de décharges.

Il est intéressant de noter que, dans la perspective d'une réduction des gaz à effet de serre, toute tentative de production d'électricité à partir de la combustion du CH_4 libéré dans les décharges atteint un double objectif. Elle réduit les émissions de méthane des lieux d'enfouissement et peut neutraliser l'utilisation des combustibles fossiles pour la production d'électricité. La capacité de réduire les émissions de gaz à effet de serre de cette manière pourrait s'avérer digne d'intérêt.

7.2 Traitement des eaux usées

Le volume d'émissions était de 1,3 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, soit une augmentation de 8 p. 100 par rapport à 1990 (tableau 7.2-1). L'évolution des émissions suit essentiellement la courbe démographique canadienne.

Seules les émissions provenant du traitement municipal des eaux usées ont été estimées. Les émissions du traitement des eaux usées industrielles n'ont pas été calculées en raison du manque de données sur les industries qui traitent leurs propres eaux usées et sur le volume des eaux traitées.

TABLEAU 7.2-1 TENDANCES DES ÉMISSIONS
DANS LE DOMAINE DU
TRAITEMENT DES EAUX USEES

Année	CH_4 (Mt éq. CO_2)	N_2O (Mt éq. CO_2)	Total des GES (Mt éq. CO_2)
1990	0,36	0,87	1,2
1991	0,36	0,88	1,2
1992	0,37	0,89	1,3
1993	0,37	0,91	1,3
1994	0,38	0,92	1,3
1995	0,38	0,93	1,3
1996	0,39	0,94	1,3

Les eaux usées municipales peuvent faire l'objet d'un traitement aérobique ou anaérobique. Lorsque les eaux usées font l'objet d'un traitement anaérobique, il y a production de méthane. Les émissions des systèmes aérobiques sont considérées comme négligeables. Les deux types de systèmes génèrent de l'oxyde nitreux (N_2O) par suite de la nitrification et de la dénitrification de l'azote de la matière organique (GIEC, 1997). Le dioxyde de carbone est également produit par les deux types de traitement mais, tel que discuté précédemment, les émissions de CO_2 provenant de la décomposition des aliments ne sont pas répertoriées.

7.2.1 Méthode

La méthode d'estimation des émissions pour le traitement des eaux usées se divise en deux secteurs : le méthane provenant du traitement anaérobique des eaux usées et l'oxyde nitreux provenant des déchets organiques.

Émissions de méthane provenant du traitement anaérobique des eaux usées

La méthode par défaut proposée dans les lignes directrices du GIEC n'a pas été suivie parce que les données requises ne sont pas disponibles. Une méthode élaborée par Ortech (1994) a été utilisée pour calculer un coefficient d'émission. En se fondant sur le volume de matières organiques produit per capita et sur la conversion des matières organiques en méthane, on a estimé que 4,015 kg CH_4 /personne/année pourraient être émis par un système anaérobique de traitement des eaux usées. Un coefficient d'émission a été calculé pour chaque province en multipliant ce débit d'émission potentiel par la fraction des eaux usées traitées de façon anaérobique dans chaque province (MUNDAT, 1981). Les émissions sont calculées en multipliant le coefficient d'émission par la population de chacune des provinces telle qu'évaluée par Statistique Canada (publication n° 91-213).

Émissions d'oxyde nitreux des déchets organiques

Les émissions d'oxyde nitreux sont calculées en utilisant la méthode par défaut du GIEC (GIEC, 1997). Cette méthode estime les émissions en se fondant sur le montant d'azote que contiennent les déchets et sur l'hypothèse que 0,01 kg N_2O -N/kg N contenu dans les déchets sera produit. Le montant d'azote dans les substances organiques a été estimé en se fondant sur les deux hypothèses suivantes : les protéines sont constituées de 16 p. 100 d'azote et la consommation canadienne de protéines est de 40,15 kg/personne/année.

Cela a permis d'établir un coefficient d'émission de 0,101 kg N_2O /personne/année. Les émissions sont estimées sur une base provinciale en multipliant le coefficient d'émission par la population de chaque province établie par Statistique Canada (publication n° 91-213).

7.3 Incinération des déchets

Les émissions provenant de l'incinération des déchets étaient de 0,34 Mt d'équivalent CO_2 en 1996, soit une augmentation de 6 p. 100 par rapport à 1990. La majorité des émissions provenaient de l'incinération des déchets municipaux comme le montre le tableau 7.3-1. Les émissions ont suivi la même tendance que la croissance démographique au Canada.

TABLEAU 7.3-1 ÉMISSIONS PROVENANT DE L'INCINÉRATION DES DÉCHETS

Année	Déchets urbains solides			Boues résiduelles	Total
	CO_2 (Mt)	N_2O (Mt éq. CO_2)	GHG (Mt éq. CO_2)	CH_4 (Mt éq. CO_2)	GHG (Mt éq. CO_2)
1990	0,25	0,05	0,30	<0,01	0,32
1991	0,26	0,05	0,31	<0,01	0,32
1992	0,26	0,06	0,32	0,01	0,33
1993	0,26	0,06	0,32	<0,01	0,33
1994	0,27	0,06	0,33	<0,01	0,33
1995	0,27	0,06	0,33	<0,01	0,34
1996	0,27	0,06	0,33	<0,01	0,34

Les émissions provenant de l'incinération des déchets urbains solides et des boues résiduelles sont incluses dans cet inventaire. Plusieurs municipalités au Canada utilisent des incinérateurs pour réduire le volume des déchets envoyés vers les décharges et le volume des boues résiduelles éliminées par épandage. Les émissions de gaz à effet de serre des incinérateurs dépendent de facteurs tels que le volume des déchets incinérés, la composition des déchets, la teneur en carbone des déchets qui ne font pas partie de la biomasse et les conditions d'exploitation des installations.

La chambre de combustion d'un incinérateur de combustion massive des déchets urbains solides comprend une grille sur laquelle les déchets sont brûlés et un revêtement réfractaire (si l'énergie n'est pas récupérée) ou un lit fluidisé (si elle l'est). La plupart des ordures ménagères incinérées au Canada font l'objet d'un procédé de récupération d'énergie (Environnement Canada, 1996). Les incinérateurs

émettent du dioxyde de carbone, du méthane et de l'oxyde nitreux. Tel que discuté précédemment, les émissions de CO_2 provenant de la combustion des déchets de la biomasse ne sont pas incluses dans la présente section de l'inventaire. Les seules émissions de CO_2 incluses dans cette section proviennent des déchets carboniés faits à base de combustibles fossiles. Parmi les exemples de déchets carboniés des combustibles fossiles, on peut citer le plastique et le caoutchouc. Les émissions de méthane provenant de l'incinération des déchets urbains sont considérées comme négligeables et ne sont pas calculées.

L'incinération n'est pas une méthode populaire pour l'élimination des boues résiduaire car elle ne permet pas une élimination définitive. Les incinérateurs convertissent les boues en gaz et en cendres qui doivent être enfouies ou épandues comme engrais. Deux types différents d'incinérateurs de boue résiduaire sont utilisés au Canada : les fours à soles étagées et les incinérateurs à lit fluidisé. Avant leur incinération dans ces deux types d'incinérateurs, les boues résiduaire sont partiellement séchées. On procède habituellement au séchage par compactage ou centrifugation. Actuellement, les municipalités de l'Ontario, du Québec et de la Saskatchewan se servent d'incinérateurs de boue résiduaire. Seules les émissions de méthane sont estimées lors de l'incinération de ces boues.

7.3.1 Méthode

Les méthodes d'estimation des émissions varient selon le type de déchets et le type de gaz émis.

Émissions de dioxyde de carbone provenant de l'incinération des déchets urbains solides

Les lignes directrices du GIEC ne fournissent pas de méthode de calcul des émissions de CO_2 pour l'incinération des déchets des combustibles fossiles. Une méthode en trois étapes a été élaborée.

Étape 1 : Calcul du volume des déchets incinérés

Le volume des déchets incinérés chaque année est fondé sur une étude d'Environnement Canada (1996). Cette étude contient des données détaillées sur les incinérations provinciales pour l'année 1992. Pour estimer le volume de déchets urbains solides incinérés les autres années, les données de 1992 sont rajustées en fonction des données démographiques de Statistique Canada (publication n° 91-213).

Étape 2 : Établissement du coefficient d'émission

Les coefficients d'émission de CO_2 provinciaux sont fondés sur l'hypothèque que le carbone des déchets s'oxyde entièrement jusqu'à devenir du CO_2 . Le montant de carbone des combustibles fossiles disponibles dans les déchets incinérés a été déterminé en utilisant des constantes propres au pourcentage massique du carbone (Tchobanoglous, 1993). Le volume de carbone par tonne de déchets est estimé et converti en tonnes de CO_2 par tonne de déchets, en multipliant par le rapport entre la masse moléculaire du dioxyde de carbone et le carbone.

Étape 3 : Calcul des émissions de dioxyde de carbone

Les émissions sont calculées à l'échelle provinciale en multipliant le volume des déchets incinérés par les coefficients d'émission appropriés. Les émissions nationales sont calculées en additionnant les émissions des provinces.

Émissions d'oxyde nitreux et de méthane provenant de l'incinération des déchets urbains solides

Les émissions de N_2O provenant de l'incinération des déchets urbains solides sont estimées en appliquant la méthode par défaut du GIEC. Un coefficient moyen a été calculé en assumant que les coefficients correspondant aux cinq types de brûleurs à alimentation mécanique (GIEC, 1997) sont les plus représentatifs. Pour évaluer les émissions, le coefficient a été multiplié par le volume de déchets incinérés dans chaque province. Les émissions nationales équivalent à la somme des émissions provinciales. Les émissions de méthane provenant des incinérateurs de déchets urbains solides sont très réduites comparativement aux émissions de CH_4 provenant d'autres sources comme les décharges. Par conséquent, on présume qu'elles sont négligeables.

Émissions de méthane provenant de l'incinération des boues résiduaire

Les émissions dépendent du volume des déchets solides incinérés. Pour calculer les émissions de CH_4 , le volume des déchets solides incinérés est multiplié par un coefficient d'émission approprié. Les estimations du montant de déchets solides dans les boues résiduaire incinérées au cours de la période allant de 1990 à 1992, sont extraites d'une étude réalisée par Senes (1994) pour Environnement Canada. Les données des années 1993 à 1996 ont été obtenues

grâce à un sondage téléphonique auprès des installations qui incinèrent leur boue résiduaire. On a présumé que les émissions de CH_4 sont fondées sur un coefficient d'émission de 1,6 t/kt de solides séchés pour les incinérateurs à lits fluidisés et de 3,2 t/kt de solides séchés pour les incinérateurs à soles étagées. On n'a tenu compte que du méthane dans le calcul des émissions provenant de l'incinération des boues résiduaires. Les émissions pour 1997 sont présumées constantes au niveau de 1996.

7.4 Compostage

Au Canada, le compost est fabriqué par les municipalités, par les installations privées et par les particuliers qui ont un jardin. En général, le compostage vise la décomposition aérobie des déchets décomposables. Les grandes installations de compostage exploitées par les municipalités ou par l'entreprise privée sont généralement administrées par un personnel compétent; leur procédé est aérobie et elles ne produisent que du CO_2 . Les composts produits par les particuliers peuvent, dans certains cas, ne pas être complètement aérobies à cause d'un manque de connaissance du compostage dans le grand public. Par conséquent, certaines installations privées de compostage peuvent produire du méthane qui n'est toutefois pas répertorié pour cet inventaire.

Le volume de méthane produit par les composteurs domestiques n'est pas estimé puisque les émissions sont fort probablement négligeables (en comparaison des décharges) et parce que le niveau d'incertitude des estimations serait élevé. Environ 10 p. 100 des déchets organiques produits en 1996 ont été compostés dont 10 p. 100 dans des installations domestiques; seule une petite partie des installations de compostage domestiques en service pourraient être devenues anaérobies pendant certaines périodes (Antler, 1997; Environnement Canada, 1996). Par conséquent, le volume de méthane produit devrait être négligeable si on le compare au volume produit par les décharges. Le haut niveau d'incertitude serait dû à l'incapacité d'estimer avec précision le nombre d'installations de compostage domestique en opération, le volume de déchets compostés dans chaque unité, le nombre de composteurs dont le procédé est devenu anaérobie et la durée de la décomposition anaérobie.

Néanmoins, les avantages du compostage pour la réduction des gaz à effet de serre devraient être soulignés. La disposition des déchets organiques dans des installations de compostage réduit le volume de déchets qui produisent du méthane dans les

décharges. La réduction de la production de méthane dans ces décharges grâce à cette utilisation différente des déchets organiques a un effet beaucoup plus marqué sur le volume total de méthane produit à partir des déchets que le volume de ce même gaz pouvant être produit par les installations de compostage domestique.

7.5 Bibliographie

Antler, Susan. "Composting Comes of Age. Highlights from a new Canada-wide Study," *Solid Waste & Recycling*, octobre-novembre (p. 12-17).

B.H. Levelton & Associates. *Inventory of Methane Emissions from Landfills in Canada*, préparé pour Environnement Canada, juin 1991.

Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME). « Une réduction des déchets solides de 23 p. 100 de 1998 à 1994 », www.mbnet.mb.ca/ccme/5e_othertopics/5ec.html, 1998.

Environnement Canada. *Perspectives on Solid Waste Management in Canada, An Assessment of the Physical, Economic and Energy Dimensions of Solid Waste Management in Canada*, vol. 1, préparé par Resource Integration Systems Ltd., mars 1996.

GIEC. *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual: Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*, vol. 3, Londres, 1997.

Ortech International. *Inventory Methods Manual for Estimating Canadian Emissions of Greenhouse Gases*, préparé pour Environnement Canada, 1994.

Pelt, R. et al. *User's Manual Landfill Gas Emissions Model*, version 2.0, préparé pour le Control Technology Centre, la U.S. Environment Protection Agency et le U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development, 1998.

Reid, I.D. *Solid Residues Generation and Management at Canadian Pulp and Paper Mills in 1994 and 1995*, 83rd, réunion annuelle, Section technique, Association canadienne des pâtes et papiers (p. A81-A84).

Ressources naturelles Canada. *Wood Residue Data Base*, 1997.

SEAFOR. *British Columbia Forest Industry Mill Residues for Calendar Year 1989*, préparé pour le Ministry of Forests Mill Residue Task Force, mai 1990.

Statistique Canada. *Statistiques démographiques annuelles*, publication n° 91-213-XPB, Ottawa, 1998.

Tchobanoglous, G., H. Theisen et S. Vigil. *Integrated Solid*

Waste Management, Engineering Principles and Management Issues, McGraw Hill, New York, 1993.

L'Inventaire national des ouvrages municipaux d'approvisionnement en eau potable et d'évacuation des eaux usées au Canada (MUNDAT), 1981.

Les sept annexes qui suivent complètent les renseignements fournis dans le corps principal du présent rapport. L'Annexe A contient une série de tableaux-synthèses sur les émissions de gaz à effet de serre au Canada. L'Annexe B présente une description détaillée des méthodes qui aurait allongé indûment la première partie du document. À l'Annexe C, les lecteurs trouveront une liste complète des coefficients appliqués aux émissions canadiennes de gaz à effet de serre, alors que l'Annexe D aborde la question de l'exactitude des estimations. Une série de tableaux-synthèses sectoriels produits par le GIEC, couvrant les émissions de 1997, est fournie à l'Annexe E. L'Annexe F présente une description détaillée des émissions produites entre 1990 et 1996 et l'Annexe G contient une liste de données relatives au Potentiel de réchauffement planétaire sur 100 ans.

Liste des annexes

Annexe A : Sommaire des émissions canadiennes

- A1 Tendances
 - i Estimation des émissions de gaz à effet de serre qui se sont produites au Canada entre 1990 et 1997
 - ii Tendances à long terme des émissions de gaz à effet de serre au Canada
- A2 Résumé des émissions canadiennes de gaz à effet de serre par année : de 1990 à 1997

Annexe B : Description détaillée des méthodes

- B1 Méthodes appliquées à la biomasse
- B2 Méthodes appliquées aux transports
- B3 Méthode d'élimination des déchets solides en milieu terrestre
- B4 Méthodes appliquées aux émissions fugitives produite en 1997 par le secteur amont des industries pétrolières et gazières classiques

Annexe C : Coefficients d'émission

Annexe D : Degré d'incertitude

Annexe E : Tableaux standard du GIEC pour 1997– version abrégée

Annexe F : Émissions provinciales et territoriales, de 1990 à 1996

Annexe G : Potentiel de réchauffement planétaire

ESTIMATION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE QUI SE SONT PRODUITES AU CANADA ENTRE 1990 ET 1997

Catégorie de sources et de puits de gaz à effet de serre	1990 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1991 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1997 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie								
Utilisation de combustibles								
Industries des combustibles fossiles	38 600	37 300	38 900	39 100	40 000	40 200	39 900	37 400
Production d'électricité et de vapeur	95 200	96 500	104 000	93 800	95 600	100 000	101 000	111 000
Exploitation minière	7 650	7 210	6 850	9 930	10 900	12 000	13 000	13 300
Secteur manufacturier	54 400	51 100	50 400	49 300	50 500	53 700	53 300	53 400
Construction	730	829	844	496	448	739	1 120	973
Transport								
Automobiles à essence	53 800	51 200	51 600	51 800	52 200	51 200	50 100	50 200
Camions légers à essence	21 800	22 200	24 000	25 500	27 300	28 400	29 600	31 500
Véhicules utilitaires lourds à essence	3 170	3 380	3 820	4 200	4 650	4 970	4 990	5 470
Motocyclettes	230	220	217	219	220	214	210	222
Véhicules tout-terrain à essence	5 080	4 550	3 640	3 770	3 930	3 900	4 690	4 330
Automobiles à moteur diesel	664	625	622	616	607	585	604	593
Camions légers à moteur diesel	598	522	480	462	477	472	469	493
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	24 700	23 900	24 400	25 800	28 600	30 800	32 400	35 900
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	11 600	10 400	9 830	11 100	12 300	13 700	15 100	15 300
Véhicules au propane et au gaz naturel	1 730	1 920	1 940	2 150	2 370	2 480	2 590	2 020
Transport aérien intérieur	10 600	9 580	9 720	9 030	10 100	10 900	12 000	13 000
Transport maritime intérieur	6 070	6 490	6 450	5 620	5 940	5 700	5 560	6 160
Transport ferroviaire	7 110	6 590	6 890	6 860	7 100	6 430	6 290	6 380
Sous-total des véhicules	147 000	142 000	144 000	147 000	156 000	160 000	165 000	172 000
Pipelines	6 690	7 410	9 590	10 100	10 500	11 600	12 100	12 200
Sous-total des transports	154 000	149 000	153 000	157 000	166 000	171 000	177 000	184 000
Résidentiel	46 500	44 700	44 800	49 100	49 600	48 100	53 300	50 200
Commercial et institutionnel	26 100	25 900	26 400	28 700	28 200	30 000	30 200	30 700
Autre	3 150	3 170	5 440	3 370	2 710	2 620	2 870	2 940
Sous-total de la combustion	426 000	416 000	431 000	431 000	444 000	459 000	471 000	484 000
Émissions fugitives								
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	1 900	2 100	1 800	1 800	1 800	1 700	1 800	1 600
Pétrole et gaz	36 000	38 000	41 000	43 000	45 000	48 000	51 000	51 000
Sous-total des émissions fugitives	38 000	40 000	42 000	44 000	47 000	50 000	53 000	53 000
Total de l'énergie	464 000	455 000	473 000	475 000	491 000	509 000	524 000	537 000
Procédés industriels								
Production de minéraux non métalliques	8 160	6 980	6 640	6 880	7 510	7 690	7 840	8 280
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	15 000	14 000	14 000	13 000	15 000	16 000	16 000	15 000
Production de métaux ferreux	7 590	8 900	9 080	8 760	8 050	8 500	8 290	8 110
Production d'aluminium et de magnésium	11 000	13 000	12 000	13 000	13 000	11 000	11 000	11 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	10 000	11 000	12 000	13 000	13 000	13 000	15 000	14 000
Total des procédés industriels	52 000	54 000	54 000	55 000	57 000	56 000	59 000	56 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	400	400	400	400	400	900	900	900
Agriculture								
Fermentation entérique	16 000	16 000	16 000	17 000	18 000	18 000	18 000	18 000
Traitement du fumier	7 900	8 000	7 900	8 200	8 500	8 800	8 900	8 900
Sols agricoles**	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000
Total pour l'agriculture	62 000	61 000	60 000	61 000	63 000	63 000	64 000	63 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*	2 500	3 200	2 900	2 800	1 500	2 100	1 700	1 700
Déchets								
Enfouissement des déchets	19 000	19 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	21 000
Traitement des eaux usées	1 200	1 200	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300
Incinération des déchets	320	320	330	330	330	340	340	340
Total des déchets	20 000	21 000	21 000	22 000	22 000	22 000	22 000	23 000
TOTAL	601 000	595 000	610 000	617 000	635 000	653 000	671 000	682 000
CO ₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie**	-40 000	-60 000	-50 000	-30 000	-30 000	-20 000	-30 000	-20 000

* Émissions de CH₄ et de N₂O des feux dirigés et des autres feux.

** En raison du haut niveau d'incertitude, ces chiffres sont fournis à un chiffre significatif.

Remarque : En raison de l'arrondissement, la somme des montants individuels peut ne pas correspondre aux totaux.



TENDANCES À LONG TERME DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE AU CANADA

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂	kt eq CO ₂
Énergie																		
Utilisation de combustibles																		
Industries des combustibles fossiles	28 300	23 900	24 000	20 400	26 800	31 000	33 000	35 100	35 500	38 300	38 600	37 300	38 900	39 100	40 000	40 200	39 900	37 400
Production d'électricité et de vapeur	71 200	71 300	77 500	80 700	88 900	83 200	76 200	89 300	98 500	107 000	95 200	96 500	104 000	93 800	95 600	100 000	101 000	111 000
Exploitation minière	5 950	6 970	6 160	6 000	6 810	6 370	7 940	7 650	8 510	8 700	7 850	7 210	8 850	9 930	10 900	12 000	13 000	13 300
Secteur manufacturier	63 400	55 600	48 500	44 000	46 100	46 000	48 200	50 900	56 800	57 800	54 400	51 100	50 400	49 300	50 500	53 700	53 300	53 400
Construction	830	749	626	620	565	419	366	303	724	627	730	829	841	495	448	739	1 120	973
Transport*																		
Total pour l'essence	94 800	91 700	84 400	81 800	81 100	80 600	80 900	81 800	84 100	85 700	84 100	81 600	83 300	85 500	86 300	88 700	89 600	91 700
Total pour le diesel	31 300	31 400	29 200	30 900	32 700	33 900	34 500	36 300	37 900	38 500	37 600	35 400	35 300	38 000	42 000	45 600	48 600	52 300
Véhicules au propane et au gaz naturel	110	101	183	396	759	855	1 100	1 550	1 850	1 740	1 730	1 920	1 940	2 150	2 370	2 480	2 590	2 020
Transport aérien intérieur	10 400	10 400	9 700	9 000	9 600	10 000	10 100	10 700	11 300	11 200	10 600	9 580	9 720	9 030	10 100	10 900	12 000	13 000
Transport maritime intérieur	6 620	8 130	5 870	4 870	4 800	4 430	4 540	4 820	5 740	6 000	6 070	6 480	6 450	5 940	5 700	5 560	6 160	
Transport ferroviaire	7 010	6 800	6 120	5 780	6 450	6 360	5 620	5 680	6 350	6 810	7 110	6 590	6 890	6 860	7 100	6 430	6 290	6 380
Sous-total des véhicules	150 000	148 000	135 000	133 000	135 000	136 000	137 000	141 000	147 000	150 000	147 000	142 000	144 000	147 000	156 000	160 000	165 000	172 000
Pipelines	3 860	4 080	3 690	2 800	3 600	4 530	3 920	4 710	6 090	6 470	6 890	7 410	9 590	10 100	10 500	11 600	12 100	12 200
Sous-total des transports	154 000	153 000	139 000	135 000	139 000	141 000	141 000	146 000	153 000	156 000	154 000	149 000	153 000	157 000	166 000	171 000	177 000	184 000
Résidentiel	60 500	53 500	54 600	45 700	47 100	49 300	47 000	43 900	46 200	48 900	48 500	44 700	44 800	49 100	49 600	48 100	53 300	50 200
Commercial et institutionnel	32 300	32 500	32 800	30 900	30 400	29 200	28 100	24 500	26 200	28 100	26 100	25 900	28 400	28 700	28 200	30 000	30 200	30 700
Autre	1 210	1 280	1 370	4 860	2 760	2 740	2 500	2 270	2 450	2 900	3 150	3 170	5 440	3 370	2 710	2 620	2 870	2 940
Sous-total de la combustion	418 000	398 000	385 000	369 000	386 000	389 000	384 000	399 000	428 000	448 000	428 000	416 000	431 000	431 000	444 000	459 000	471 000	484 000
Émissions fugitives																		
Combustibles solides	1 000	1 000	1 100	1 100	1 300	1 500	1 500	1 600	2 000	1 600	1 900	2 100	1 800	1 800	1 800	1 700	1 800	1 600
Pétrole et gaz	26 000	26 000	26 000	26 000	26 000	29 000	29 000	31 000	33 000	35 000	36 000	38 000	41 000	43 000	45 000	48 000	51 000	51 000
Sous-total des émissions fugitives	27 000	27 000	27 000	27 000	29 000	31 000	31 000	32 000	35 000	37 000	38 000	40 000	42 000	44 000	47 000	50 000	53 000	53 000
Total de l'énergie	445 000	425 000	411 000	396 000	415 000	420 000	415 000	432 000	464 000	485 000	464 000	455 000	473 000	475 000	481 000	509 000	524 000	537 000
Précédés industriels																		
Production de minéraux non métalliques	7 760	7 660	6 470	6 210	6 950	7 140	7 530	8 370	8 540	8 480	8 160	6 980	6 640	6 880	7 510	7 690	7 840	8 280
Production d'ammoniac																		
d'acide azotique et d'acide nitrique	12 000	12 000	8 600	13 000	13 000	14 000	10 000	10 000	10 000	12 000	15 000	14 000	14 000	13 000	15 000	16 000	16 000	15 000
Production de métaux ferreux	12 300	10 900	9 500	10 600	11 600	11 600	10 600	10 700	11 000	10 500	7 590	8 900	9 080	8 760	8 050	8 500	8 290	8 110
Production d'aluminium et de magnésium	7 000	7 100	6 800	6 700	7 600	7 800	8 400	9 500	9 300	9 300	11 000	13 000	13 000	12 000	13 000	11 000	11 000	11 000
Production d'autres produits et de produits intermédiaires	7 800	10 000	7 400	8 100	9 000	9 000	10 000	11 000	11 000	9 900	10 000	11 000	12 000	13 000	13 000	15 000	15 000	14 000
Total des précédés industriels	47 000	48 000	39 000	45 000	48 000	50 000	47 000	49 000	50 000	50 000	52 000	54 000	54 000	55 000	57 000	56 000	59 000	58 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	370	380	360	360	390	390	390	390	400	410	400	400	400	400	400	400	900	900
Agriculture*	64 000	63 000	62 000	62 000	61 000	61 000	60 000	60 000	60 000	59 000	62 000	61 000	60 000	61 000	63 000	63 000	64 000	63 000
Fermentation entérique	370	280	650	740	890	1 200	1 100	1 800	1 700	1 300	2 500	3 200	2 800	2 800	1 500	2 100	1 700	1 700
Déchets																		
Enfouissement des déchets	14 000	15 000	16 000	17 000	17 000	17 000	17 000	18 000	17 000	18 000	19 000	19 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	21 000
Tratement des eaux usées	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300
Incineration des déchets	280	280	290	290	290	290	300	300	310	310	320	320	330	330	330	340	340	340
Total des déchets	16 000	17 000	17 000	18 000	19 000	19 000	19 000	19 000	18 000	18 000	20 000	21 000	21 000	22 000	23 000	22 000	22 000	23 000
TOTAL NATIONAL	572 000	553 000	531 000	521 000	545 000	550 000	542 000	563 000	584 000	616 000	601 000	595 000	610 000	617 000	635 000	653 000	671 000	682 000

Une méthode simplifiée a été utilisée pour estimer les émissions de gaz à effet de serre au Canada entre 1980 et 1989 (ce qui entraîne un haut niveau d'incertitude pour ces données).

* Le total pour l'agriculture comprend les émissions de gaz à effet de serre des sources suivantes : fermentation entérique, traitement du fumier et sols agricoles. Source des données : Agriculture et agroalimentaire Canada.

La source de l'air que nous respirons - vers une agriculture durable au Canada, 1996

-- Transports

Le total pour l'essence comprend : les automobiles à essence, les camions légers à essence, les véhicules lourds à essence, les véhicules tout-terrain à essence.

Le total pour le diesel comprend : les automobiles à moteur diesel, les camions légers à moteur diesel, les véhicules lourds à moteur diesel et les véhicules tout-terrain à moteur diesel.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Méthodes utilisées pour évaluer les émissions de gaz à effet de serre qui se sont produites avant 1990

Les émissions de gaz à effet de serre qui se sont produites entre 1980 et 1989 ont été estimées au moyen des méthodes actuelles. Ces méthodes n'ont été modifiées que si les sources de données sur les activités ou si les coefficients d'émission n'étaient pas disponibles. En général, le niveau d'incertitude des estimations des émissions de gaz à effet de serre de cette période est plus élevé que pour les inventaires plus récents.

Les principales déviations par rapport aux méthodes actuelles (p. ex., en ce qui concerne les sources de données sur les activités, les coefficients d'émission ou les méthodes de calcul) sont exposées pour les secteurs suivants :

Énergie

On a utilisé les méthodes actuelles pour estimer les émissions de CO_2 , de CH_4 et de N_2O du secteur de l'énergie en y apportant des modifications mineures. Les coefficients d'émission de 1990 ont été maintenus constants pour les émissions de gaz à effet de serre de la période considérée (seuls les coefficients d'émission pour le gaz naturel ont fluctué en raison des variations des valeurs correspondant au chauffage). Les émissions fugitives de pétrole et de gaz ont été fondées sur les données relatives à la production et aux émissions de 1990 fournies par Ross et Picard (1998). Les coefficients d'émission du méthane et de l'oxyde nitreux provenant des véhicules à essence et au diesel ont été calculés en se fondant sur les totaux canadiens de 1990. Tous les types de véhicules à essence et au diesel ont été regroupés et un total unique a été calculé. Les sources de données sur les activités d'utilisation des combustibles pour le secteur de l'énergie proviennent de Statistique Canada (CANSIM, 1996).

Procédés industriels

La méthode d'établissement des émissions de gaz à effet de serre qui se sont produites dans le passé dans le secteur des procédés industriels est comparable aux méthodes actuelles. Les taux d'émission pour le SF_6 et les HPF ont été calculés en se fondant sur la production et l'émission de calcium et de magnésium en 1990. Les taux d'émission calculés pour 1990 ont été maintenus constants pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre des périodes antérieures. Les données relatives à la production d'aluminium et de magnésium ont été fournies par P. Chevalier de Ressources naturelles Canada. Les données relatives à la production de minéraux, de produits chimiques et de métal proviennent de Statistique Canada (CANSIM, 1996).

Utilisation de solvants et d'autres produits

Dans la catégorie de l'utilisation des solvants et des autres produits, on s'est servi des méthodes actuelles pour estimer les émissions de gaz à effet de serre pour la période considérée.

Agriculture

Les données pour le calcul de ces émissions sont fondées sur les données du recensement publiées dans le rapport d'Agriculture et Agroalimentaire Canada intitulé *La santé de l'air que nous respirons – Vers une agriculture durable au Canada* (1999). Les émissions de gaz à effet de serre ont été extrapolées ou induites à partir du rapport cité.

Changements d'affectation des terres et foresterie

Les estimations d'émissions ont été fondées sur les données relatives au brûlage dirigé extraites du *Recueil de statistiques forestières canadiennes*, Forêts Canada (1992) et de Weber et Taylor (1992).

Déchets

Dans le secteur des déchets, on a utilisé les méthodes actuelles pour estimer les émissions de gaz à effet de serre de la période considérée.

Bibliographie

- Agriculture et Agroalimentaire Canada. *La santé de l'air que nous respirons – Vers une agriculture durable au Canada*, produit par H. H. Henson et al., Tableau 14, publication A53 - 1981/1998F, 1999.
- Chevalier, P. Communications personnelles : données sur la production de l'aluminium et du magnésium, Ressources naturelles Canada, 1999.
- DePauw, L. *Historical Estimates of Greenhouse Gas Emissions in Canada*, rapport interne, Environnement Canada, Direction des données sur la pollution, 1995.
- Forêts Canada. *Recueil de statistiques forestières canadiennes*, Ottawa, 1992.
- Ross, B.D., Picard, D.J. *CH_4 and VOC Emissions from the Canadian Upstream Oil and Gas Industry*, Draft, volume 1: *Organic and Common-Pollutant Emissions by the Canadian Upstream Oil and Gas Industry*, rapport élaboré par Clearstone Engineering Ltd pour Environnement Canada et l'Association canadienne des producteurs pétroliers, 1998.
- Statistique Canada. Disque CANSIM, *Système canadien d'information socio-économique*, 1996.
- Weber, M.G. et S.W. Taylor. *The Use of Prescribed Fire in The Management of Canada's Forested Lands*, The Forestry Chronicle, vol. 68, n° 3, p. 324-334, 1992.



RÉSUMÉ DES ÉMISSIONS CANADIENNES DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR 1990

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCa kt éq. CO ₂	PFCa kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	38 500	0,7	15	0,4	110				38 600
Production d'électricité et de vapeur	94 500	0,9	18	2,3	720				95 200
Exploitation minière	7 600	0,2	3,7	0,1	41				7 650
Secteur manufacturier	53 900	1,5	31	1,5	460				54 400
Construction	728	0,0	0,2	0,0	1,9				730
Transport									
Automobiles à essence	51 600	9,0	190	6,4	2 000				53 800
Camions légers à essence	20 400	4,0	83	4,2	1 300				21 800
Véhicules utilitaires lourds à essence	3 020	0,4	9,1	0,4	130				3 170
Motocyclettes	225	0,2	3,8	0,0	1,4				230
Véhicules tout-terrain à essence	4 910	6,2	130	0,1	39				5 080
Automobiles à moteur diesel	657	0,0	0,4	0,0	7,5				664
Camions légers à moteur diesel	591	0,0	0,3	0,0	6,7				598
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	24 300	1,2	25	0,9	280				24 700
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	10 300	0,5	11	4,2	1 300				11 600
Véhicules au propane et au gaz naturel	1 690	2,2	47	0,0	1,3				1 730
Transport aérien intérieur	10 300	0,7	14	1,0	310				10 600
Transport maritime intérieur	5 720	0,4	9,2	1,1	340				6 070
Transport ferroviaire	6 310	0,4	7,3	2,5	790				7 110
Sous-total des véhicules	140 000	25	530	21	6 500				147 000
Pipelines	6 670	0,2	3,2	0,1	22				6 690
Sous-total des transports	147 000	25	530	21	6 500				154 000
Résidentiel	40 700	230	4 800	2,9	910				46 500
Commercial et institutionnel	26 000	0,5	11	0,3	79				26 100
Autre	3 130	0,0	1,0	0,1	17				3 150
Sous-total de la combustion	412 000	260	5 400	29	8 800				426 000
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		91	1 900						1 900
Pétrole et gaz	9 800	1 200	26 000						36 000
Sous-total des émissions fugitives	9 800	1 300	28 000	0	0				38 000
Total de l'énergie	422 000	1 600	34 000	29	8 800				464 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	8 160								8 160
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	3 130			37	11 000				15 000
Production de métaux ferreux	7 590								7 590
Production d'aluminium et de magnésium	2 640						6 000	2 900	11 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	10 000								10 000
Total des procédés industriels	32 000	0	0	37	11 000		6 000	2 900	52 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	1	420				400
Agriculture									
Fermentation entérique		760	16 000						16 000
Traitement du fumier		190	4 000	13	3 900				7 900
Sols agricoles**	7 000			100	30 000				40 000
Total pour l'agriculture	7 000	950	20 000	110	34 000				62 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*		70	1 000	4	1 000				2 500
Déchets									
Enfouissement des déchets		880	19 000						19 000
Traitement des eaux usées		17	360	2,8	870				1 200
Incinération des déchets	250	0,4	9,2	0,2	53				320
Total des déchets	250	900	19 000	3,0	920				20 000
Total	461 000	3 500	74 000	180	57 000	0	6 000	2 900	601 000
CO ₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie**	-40 000								

* Émissions de CH₄ et de N₂O des feux dirigés et des autres feux.

** En raison du haut niveau d'incertitude, ces chiffres sont fournis à un chiffre significatif.

Remarque : En raison de l'arrondissement, la somme des montants individuels peut ne pas correspondre aux totaux.

Environnement
CanadaEnvironment
Canada

DIRECTION DES DONNÉES SUR LA POLLUTION, DIVISION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE, AVRIL 1999.

Canada

RESUME DES EMISSIONS CANADIENNES DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR 1991

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	37 200	0,7	14	0,3	100				37 300
Production d'électricité et de vapeur	95 700	0,9	19	2,4	740				96 500
Exploitation minière	7 170	0,2	3,4	0,1	40				7 210
Secteur manufacturier	50 600	1,4	30	1,5	460				51 100
Construction	825	0,0	0,3	0,0	3,6				829
Transport									
Automobiles à essence	48 900	8,3	170	6,8	2 100				51 200
Camions légers à essence	20 600	4,0	83	4,9	1 500				22 200
Véhicules utilitaires lourds à essence	3 230	0,5	9,7	0,5	140				3 380
Motocyclettes	215	0,2	3,6	0,0	1,3				220
Véhicules tout-terrain à essence	4 400	5,6	120	0,1	35				4 550
Automobiles à moteur diesel	618	0,0	0,4	0,0	7,0				625
Camions légers à moteur diesel	515	0,0	0,3	0,0	5,9				522
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	23 600	1,2	24	0,9	270				23 900
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	9 210	0,5	10	3,7	1 200				10 400
Véhicules au propane et au gaz naturel	1 870	2,4	50	0,0	1,3				1 920
Transport aérien intérieur	9 280	0,6	12	0,9	280				9 580
Transport maritime intérieur	6 150	0,5	11	1,1	340				6 490
Transport ferroviaire	5 850	0,3	6,7	2,4	730				6 590
Sous-total des véhicules	134 000	24	500	21	6 600				142 000
Pipelines	7 380	0,2	3,5	0,1	24				7 410
Sous-total des transports	142 000	24	500	21	6 600				149 000
Résidentiel	38 900	230	4 900	3,0	920				44 700
Commercial et institutionnel	25 800	0,5	11	0,3	78				25 900
Autre	3 160	0,0	1,0	0,0	14				3 170
Sous-total de la combustion	401 000	260	5 500	29	9 000				416 000
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		99	2 100						2 100
Pétrole et gaz	10 000	1 300	27 000						38 000
Sous-total des émissions fugitives	10 000	1 400	30 000	0	0				40 000
Total de l'énergie	411 000	1 700	35 000	29	9 000				455 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	6 980								6 980
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	3 220			35	11 000				14 000
Production de métaux ferreux	8 900								8 900
Production d'aluminium et de magnésium	3 010						6 000	3 300	13 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	11 000								11 000
Total des procédés industriels	34 000	0	0	35	11 000		6 000	3 300	54 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	1	420				400
Agriculture									
Fermentation entérique		770	16 000						16 000
Traitement du fumier		190	4 000	13	3 900				8 000
Sols agricoles**	7 000			100	30 000				40 000
Total pour l'agriculture	7 000	960	20 000	110	34 000				61 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*		90	2 000	5	1 000				3 200
Déchets									
Enfouissement des déchets		910	19 000						19 000
Traitement des eaux usées		17	360	2,8	880				1 200
Incinération des déchets	260	0,5	9,5	0,2	54				320
Total des déchets	260	930	20 000	3,0	930				21 000
Total	452 000	3 600	76 000	180	57 000	0	6 000	3 300	595 000
CO ₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie**	-60 000								

* Émissions de CH₄ et de N₂O des feux dirigés et des autres feux.

** En raison du haut niveau d'incertitude, ces chiffres sont fournis à un chiffre significatif.

Remarque : En raison de l'arrondissement, la somme des montants individuels peut ne pas correspondre aux totaux.

Environnement
CanadaEnvironnement
Canada

DIRECTION DES DONNÉES SUR LA POLLUTION, DIVISION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE, AVRIL 1999.

Canada

RÉSUMÉ DES ÉMISSIONS CANADIENNES DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR 1992

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	38 800	0,7	15	0,3	100				38 900
Production d'électricité et de vapeur	103 000	0,9	19	2,5	780				104 000
Exploitation minière	6 810	0,2	3,3	0,1	40				6 850
Secteur manufacturier	49 900	1,4	30	1,5	460				50 400
Construction	839	0,0	0,3	0,0	4,0				844
Transport									
Automobiles à essence	49 000	8,1	170	7,6	2 300				51 600
Camions légers à essence	22 000	4,2	88	5,9	1 800				24 000
Véhicules utilitaires lourds à essence	3 650	0,5	11	0,5	160				3 820
Motocyclettes	213	0,2	3,6	0,0	1,3				217
Véhicules tout-terrain à essence	3 520	4,5	94	0,1	28				3 640
Automobiles à moteur diesel	615	0,0	0,4	0,0	7,0				622
Camions légers à moteur diesel	474	0,0	0,3	0,0	5,4				480
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	24 100	1,2	25	0,9	270				24 400
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	8 730	0,5	9	3,5	1 100				9 830
Véhicules au propane et au gaz naturel	1 890	2,5	52	0,0	1,4				1 940
Transport aérien intérieur	9 420	0,5	11	0,9	290				9 720
Transport maritime intérieur	6 100	0,5	11	1,1	340				6 450
Transport ferroviaire	6 120	0,3	7,1	2,5	760				6 890
Sous-total des véhicules	136 000	23	480	23	7 100				144 000
Pipelines	9 550	0,2	4,6	0,1	31				9 590
Sous-total des transports	145 000	23	490	23	7 200				153 000
Résidentiel	38 500	250	5 300	3,2	990				44 800
Commercial et institutionnel	26 300	0,5	11	0,3	79				26 400
Autre	5 410	0,1	1,5	0,1	20				5 440
Sous-total de la combustion	415 000	280	5 900	31	9 700				431 000
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		87	1 800						1 800
Pétrole et gaz	11 000	1 400	30 000						41 000
Sous-total des émissions fugitives	11 000	1 500	32 000	0	0				42 000
Total de l'énergie	426 000	1 800	38 000	31	9 700				473 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	6 640								6 640
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	3 320			35	11 000				14 000
Production de métaux ferreux	9 080								9 080
Production d'aluminium et de magnésium	3 210						7 000	2 200	12 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	12 000								12 000
Total des procédés industriels	34 000	0	0	35	11 000		7 000	2 200	54 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	1	430				400
Agriculture									
Fermentation entérique		760	16 000						16 000
Traitement du fumier		190	3 900	13	4 000				7 900
Sols agricoles**	6 000			100	30 000				40 000
Total pour l'agriculture	6 000	950	20 000	110	34 000				60 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*		80	2 000	4	1 000				2 900
Déchets									
Enfouissement des déchets		930	20 000						20 000
Traitement des eaux usées		17	370	2,9	890				1 300
Incinération des déchets	260	0,5	10	0,2	55				330
Total des déchets	260	950	20 000	3,1	950				21 000
Total	466 000	3 800	79 000	180	57 000	0	7 000	2 200	610 000
CO ₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie**	-50 000								

* Émissions de CH₄ et de N₂O des feux dirigés et des autres feux.

** En raison du haut niveau d'incertitude, ces chiffres sont fournis à un chiffre significatif.

Remarque : En raison de l'arrondissement, la somme des montants individuels peut ne pas correspondre aux totaux.



RÉSUMÉ DES ÉMISSIONS CANADIENNES DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR 1993

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	39 000	0,7	15	0,3	110				39 100
Production d'électricité et de vapeur	93 000	0,9	18	2,4	730				93 800
Exploitation minière	9 870	0,2	4,8	0,2	51				9 930
Secteur manufacturier	48 800	1,4	29	1,4	450				49 300
Construction	494	0,0	0,2	0,0	2,0				496
Transport									
Automobiles à essence	49 100	7,8	160	8,3	2 600				51 800
Camions légers à essence	23 300	4,3	91	6,9	2 100				25 500
Véhicules utilitaires lourds à essence	4 010	0,6	12	0,6	180				4 200
Motocyclettes	214	0,2	3,6	0,0	1,3				219
Véhicules tout-terrain à essence	3 650	4,6	97	0,1	29				3 770
Automobiles à moteur diesel	609	0,0	0,4	0,0	6,9				616
Camions légers à moteur diesel	457	0,0	0,3	0,0	5,2				462
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	25 400	1,2	26	0,9	290				25 800
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	9 870	0,5	11	4,0	1 200				11 100
Véhicules au propane et au gaz naturel	2 090	2,6	55	0,0	1,5				2 150
Transport aérien intérieur	8 750	0,5	11	0,9	270				9 030
Transport maritime intérieur	5 300	0,5	9,4	1,0	320				5 620
Transport ferroviaire	6 090	0,3	7,0	2,5	760				6 860
Sous-total des véhicules	139 000	23	490	25	7 800				147 000
Pipelines	10 000	0,2	4,8	0,1	33				10 100
Sous-total des transports	149 000	23	490	25	7 800				157 000
Résidentiel	42 800	250	5 300	3,2	1 000				49 100
Commercial et institutionnel	28 600	0,6	12	0,3	90				28 700
Autre	3 350	0,1	1,2	0,1	17				3 370
Sous-total de la combustion	415 000	280	5 900	33	10 000				431 000
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		87	1 800						1 800
Pétrole et gaz	11 000	1 500	31 000						43 000
Sous-total des émissions fugitives	11 000	1 600	33 000	0	0				44 000
Total de l'énergie	426 000	1 900	39 000	33	10 000				475 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	6 880								6 880
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	3 560			32	9 900				13 000
Production de métaux ferreux	8 760								8 760
Production d'aluminium et de magnésium	3 770						7 000	2 000	13 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	13 000								13 000
Total des procédés industriels	36 000	0	0	32	9 900		7 000	2 000	55 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	1	440				400
Agriculture									
Fermentation entérique		800	17 000						17 000
Traitement du fumier		190	4 000	13	4 100				8 200
Sois agricoles**	5 000			100	30 000				40 000
Total pour l'agriculture	5 000	990	21 000	100	36 000				61 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*		70	2 000	4	1 000				2 800
Déchets									
Enfouissement des déchets		950	20 000						20 000
Traitement des eaux usées		18	370	2,9	910				1 300
Incinération des déchets	260	0,3	6,5	0,2	56				330
Total des déchets	260	970	20 000	3,1	960				22 000
Total	467 000	3 900	82 000	190	58 000	0	7 000	2 000	617 000
CO ₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie**	-30 000								

* Émissions de CH₄ et de N₂O des feux dirigés et des autres feux.

** En raison du haut niveau d'incertitude, ces chiffres sont fournis à un chiffre significatif.

Remarque : En raison de l'arrondissement, la somme des montants individuels peut ne pas correspondre aux totaux.



Environnement
Canada

Environment
Canada

DIRECTION DES DONNÉES SUR LA POLLUTION, DIVISION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE, AVRIL 1999

Canada

RESUME DES EMISSIONS CANADIENNES DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR 1994

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCa kt éq. CO ₂	PFCa kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	39 900	0,7	15	0,4	110				40 000
Production d'électricité et de vapeur	94 800	0,9	18	2,5	760				95 600
Exploitation minière	10 900	0,3	5,3	0,2	58				10 900
Secteur manufacturier	50 000	1,4	30	1,4	440				50 500
Construction	446	0,0	0,2	0,0	1,4				448
Transport									
Automobiles à essence	49 300	7,6	160	8,9	2 800				52 200
Camions légers à essence	24 800	4,5	95	7,9	2 400				27 300
Véhicules utilitaires lourds à essence	4 440	0,6	13	0,6	200				4 650
Motocyclettes	216	0,2	3,6	0,0	1,3				220
Véhicules tout-terrain à essence	3 800	4,8	100	0,1	30				3 930
Automobiles à moteur diesel	600	0,0	0,4	0,0	6,8				607
Camions légers à moteur diesel	471	0,0	0,3	0,0	5,4				477
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	28 300	1,4	29	1,0	320				28 600
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	11 000	0,6	12	4,4	1 400				12 300
Véhicules au propane et au gaz naturel	2 290	3,9	82	0,0	2,5				2 370
Transport aérien intérieur	9 770	0,5	11	1,0	300				10 100
Transport maritime intérieur	5 590	0,5	9,8	1,1	340				5 940
Transport ferroviaire	6 310	0,4	7,3	2,5	790				7 100
Sous-total des véhicules	147 000	25	530	28	8 600				156 000
Pipelines	10 400	0,2	5,0	0,1	34				10 500
Sous-total des transports	157 000	25	530	28	8 600				166 000
Résidentiel	43 400	250	5 200	3,2	990				49 600
Commercial et institutionnel	28 100	0,6	12	0,3	90				28 200
Autre	2 700	0,0	0,9	0,0	13				2 710
Sous-total de la combustion	427 000	280	5 900	36	11 000				444 000
Emissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		84	1 800						1 800
Pétrole et gaz	12 000	1 600	33 000						45 000
Sous-total des émissions fugitives	12 000	1 700	35 000	0	0				47 000
Total de l'énergie	439 000	1 900	41 000	36	11 000				491 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	7 510								7 510
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	3 700			38	12 000				15 000
Production de métaux ferreux	8 050								8 050
Production d'aluminium et de magnésium	3 680						7 000	2 000	13 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	13 000								13 000
Total des procédés industriels	36 000	0	0	38	12 000		7 000	2 000	57 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	1	440				400
Agriculture									
Fermentation entérique		830	18 000						18 000
Traitement du fumier		200	4 200	14	4 400				8 500
Sois agricoles**	4 000			100	30 000				40 000
Total pour l'agriculture	4 000	1 000	22 000	120	37 000				63 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*		40	800	2	700				1 500
Déchets									
Enfouissement des déchets		970	20 000						20 000
Traitement des eaux usées		18	380	3,0	920				1 300
Incineration des déchets	270	0,3	6,5	0,2	56				330
Total des déchets	270	980	21 000	3,1	970				22 000
Total	480 000	4 000	84 000	200	62 000	0	7 000	2 000	635 000
CO ₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie**	-30 000								

* Émissions de CH₄ et de N₂O des feux dirigés et des autres feux.

** En raison du haut niveau d'incertitude, ces chiffres sont fournis à un chiffre significatif.

Remarque : En raison de l'arrondissement, la somme des montants individuels peut ne pas correspondre aux totaux.



RESUME DES EMISSIONS CANADIENNES DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR 1995

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	40 100	0,7	15	0,4	110				40 200
Production d'électricité et de vapeur	99 500	0,9	19	2,5	790				100 000
Exploitation minière	11 900	0,3	6,0	0,2	69				12 000
Secteur manufacturier	53 200	1,6	35	1,6	510				53 700
Construction	737	0,0	0,3	0,0	2,3				739
Transport									
Automobiles à essence	48 300	7,3	150	8,9	2 800				51 200
Camions légers à essence	25 700	4,5	94	8,4	2 600				28 400
Véhicules utilitaires lourds à essence	4 740	0,7	14	0,7	210				4 970
Motocyclettes	209	0,2	3,5	0,0	1,3				214
Véhicules tout-terrain à essence	3 770	4,8	100	0,1	30				3 900
Automobiles à moteur diesel	578	0,0	0,3	0,0	6,6				585
Camions légers à moteur diesel	466	0,0	0,3	0,0	5,3				472
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	30 400	1,5	31	1,1	350				30 800
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	12 200	0,6	13	4,9	1 500				13 700
Véhicules au propane et au gaz naturel	2 370	5,4	110	0,0	3,8				2 480
Transport aérien intérieur	10 500	0,6	12	1,0	320				10 900
Transport maritime intérieur	5 350	0,4	8,9	1,1	340				5 700
Transport ferroviaire	5 710	0,3	6,6	2,3	710				6 430
Sous-total des véhicules	150 000	26	550	29	8 900				160 000
Pipelines	11 600	0,3	5,5	0,1	38				11 600
Sous-total des transports	162 000	27	560	29	8 900				171 000
Résidentiel	42 000	250	5 200	3,2	980				48 100
Commercial et institutionnel	29 900	0,6	12	0,3	95				30 000
Autre	2 610	0,0	0,9	0,0	13				2 620
Sous-total de la combustion	442 000	280	5 800	37	11 000				459 000
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		82	1 700						1 700
Pétrole et gaz	13 000	1 700	35 000						48 000
Sous-total des émissions fugitives	13 000	1 800	37 000	0	0				50 000
Total de l'énergie	455 000	2 000	43 000	37	11 000				509 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	7 690								7 690
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	4 050			37	12 000				16 000
Production de métaux ferreux	8 500								8 500
Production d'aluminium et de magnésium	3 540						6 000	1 900	11 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	13 000								13 000
Total des procédés industriels	37 000	0	0	37	12 000		6 000	1 900	56 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	1	450	500			900
Agriculture									
Fermentation entérique		860	18 000						18 000
Traitement du fumier		210	4 300	15	4 500				8 800
Sols agricoles**	3 000			100	30 000				40 000
Total pour l'agriculture	3 000	1 100	22 000	120	38 000				63 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*		50	1 000	4	1 000				2 100
Déchets									
Enfouissement des déchets		970	20 000						20 000
Traitement des eaux usées		18	380	3,0	930				1 300
Incinération des déchets	270	0,3	7,2	0,2	57				340
Total des déchets	270	990	21 000	3,2	980				22 000
Total	495 000	4 100	87 000	200	63 000	500	6 000	1 900	653 000
CO ₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie**	-20 000								

* Émissions de CH₄ et de N₂O des feux dirigés et des autres feux.

** En raison du haut niveau d'incertitude, ces chiffres sont fournis à un chiffre significatif.

Remarque : En raison de l'arrondissement, la somme des montants individuels peut ne pas correspondre aux totaux.



RÉSUMÉ DES ÉMISSIONS CANADIENNES DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	39 800	0,7	16	0,4	110				39 900
Production d'électricité et de vapeur	100 000	0,9	20	2,6	800				101 000
Exploitation minière	12 900	0,3	6,8	0,3	76				13 000
Secteur manufacturier	52 800	1,6	33	1,5	480				53 300
Construction	1 120	0,0	0,4	0,0	3,3				1 120
Transport									
Automobiles à essence	47 300	6,9	150	8,4	2 600				50 100
Camions légers à essence	26 900	4,5	94	8,5	2 600				29 600
Véhicules utilitaires lourds à essence	4 770	0,7	14	0,7	210				4 990
Motocyclettes	206	0,2	3,5	0,0	1,2				210
Véhicules tout-terrain à essence	4 540	5,8	120	0,1	36				4 690
Automobiles à moteur diesel	596	0,0	0,4	0,0	6,8				604
Camions légers à moteur diesel	463	0,0	0,3	0,0	5,3				469
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	32 000	1,6	33	1,2	360				32 400
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	13 400	0,7	14	5,4	1 700				15 100
Véhicules au propane et au gaz naturel	2 470	5,5	110	0,0	3,8				2 590
Transport aérien intérieur	11 600	0,6	13	1,1	350				12 000
Transport maritime intérieur	5 210	0,4	8,5	1,1	340				5 560
Transport ferroviaire	5 580	0,3	6,4	2,3	700				6 290
Sous-total des véhicules	155 000	27	570	29	8 900				165 000
Pipelines	12 100	0,3	5,7	0,1	39				12 100
Sous-total des transports	167 000	27	570	29	9 000				177 000
Résidentiel	46 900	260	5 400	3,3	1 000				53 300
Commercial et institutionnel	30 100	0,6	13	0,3	95				30 200
Autre	2 860	0,0	1,0	0,0	14				2 870
Sous-total de la combustion	454 000	290	6 000	37	12 000				471 000
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		84	1 800						1 800
Pétrole et gaz	13 000	1 800	37 000						51 000
Sous-total des émissions fugitives	13 000	1 900	39 000	0	0				53 000
Total de l'énergie	467 000	2 200	45 000	37	12 000				524 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	7 840								7 840
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	4 130			40	12 000				16 000
Production de métaux ferreux	8 290								8 290
Production d'aluminium et de magnésium	3 730						6 000	1 400	11 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	15 000								15 000
Total des procédés industriels	39 000	0	0	40	12 000		6 000	1 400	59 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	2	450	500			900
Agriculture									
Fermentation entérique		860	18 000						18 000
Traitement du fumier		210	4 400	15	4 600				8 900
Sols agricoles**	2 000			100	30 000				40 000
Total pour l'agriculture	2 000	1 100	23 000	130	40 000				64 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*		40	900	3	900				1 700
Déchets									
Enfouissement des déchets		970	20 000						20 000
Traitement des eaux usées		18	390	3,0	940				1 300
Incinération des déchets	270	0,3	6,9	0,2	58				340
Total des déchets	270	990	21 000	3,2	1 000				22 000
Total	508 000	4 300	90 000	210	66 000	500	6 000	1 400	671 000
CO ₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie**	-30 000								

* Émissions de CH₄ et de N₂O des feux dirigés et des autres feux.

** En raison du haut niveau d'incertitude, ces chiffres sont fournis à un chiffre significatif.

Remarque : En raison de l'arrondissement, la somme des montants individuels peut ne pas correspondre aux totaux.



RÉSUMÉ DES ÉMISSIONS CANADIENNES DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR 1997

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	37 300	0,7	14	0,3	100				37 400
Production d'électricité et de vapeur	111 000	1,0	21	2,7	840				111 000
Exploitation minière	13 200	0,3	5,8	0,2	71				13 300
Secteur manufacturier	52 900	1,5	32	1,5	460				53 400
Construction	970	0,0	0,3	0,0	2,8				973
Transport									
Automobiles à essence	47 500	6,7	140	8,2	2 500				50 200
Camions légers à essence	28 700	4,4	93	8,7	2 700				31 500
Véhicules utilitaires lourds à essence	5 220	0,8	16	0,8	230				5 470
Motocyclettes	217	0,2	3,7	0,0	1,3				222
Véhicules tout-terrain à essence	4 190	5,3	110	0,1	33				4 330
Automobiles à moteur diesel	586	0,0	0,3	0,0	6,7				593
Camions légers à moteur diesel	487	0,0	0,3	0,0	5,5				493
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	35 500	1,7	37	1,3	400				35 900
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	13 500	0,7	15	5,5	1 700				15 300
Véhicules au propane et au gaz naturel	1 950	3,2	67	0,0	2,0				2 020
Transport aérien intérieur	12 600	0,6	13	1,2	380				13 000
Transport maritime intérieur	5 810	0,5	9,8	1,1	340				6 160
Transport ferroviaire	5 660	0,3	6,5	2,3	710				6 380
Sous-total des véhicules	162 000	24	510	29	9 000				172 000
Pipelines	12 100	0,3	5,8	0,1	40				12 200
Sous-total des transports	174 000	25	520	29	9 100				184 000
Résidentiel	43 800	260	5 400	3,3	1 000				50 200
Commercial et institutionnel	30 600	0,6	13	0,3	97				30 700
Autre	2 920	0,1	1,1	0,1	17				2 940
Sous-total de la combustion	466 000	290	6 000	38	12 000				484 000
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		78	1 600						1 600
Pétrole et gaz	14 000	1 800	38 000						51 000
Sous-total des émissions fugitives	14 000	1 900	39 000	0	0				53 000
Total de l'énergie	480 000	2 200	45 000	38	12 000				537 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	8 280								8 280
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	4 140			34	11 000				15 000
Production de métaux ferreux	8 110								8 110
Production d'aluminium et de magnésium	3 790						6 000	1 400	11 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	14 000								14 000
Total des procédés industriels	38 000	0	0	34	11 000		6 000	1 400	56 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	2	460	500			900
Agriculture									
Fermentation entérique		870	18 000						18 000
Traitement du fumier		200	4 200	15	4 600				8 900
Sols agricoles**	1 000			100	30 000				40 000
Total pour l'agriculture	1 000	1 100	23 000	130	39 000				63 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*		40	900	3	900				1 700
Déchets									
Enfouissement des déchets		1 000	21 000						21 000
Traitement des eaux usées		19	390	3,1	950				1 300
Incinération des déchets	280	0,3	6,9	0,2	58				340
Total des déchets	280	1 000	21 000	3,2	1 000				23 000
Total	520 000	4 300	90 000	210	64 000	500	6 000	1 400	682 000
CO ₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie**	-20 000								

* Émissions de CH₄ et de N₂O des feux dirigés et des autres feux.

** En raison du haut niveau d'incertitude, ces chiffres sont fournis à un chiffre significatif.

Remarque : En raison de l'arrondissement, la somme des montants individuels peut ne pas correspondre aux totaux.



Méthodes appliquées à la biomasse

Bois de chauffage domestique

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre provenant de la combustion de bois de chauffage domestique est fondé sur une étude parrainée par le *Groupe national de travail sur les inventaires d'émissions et les projections* (Réalités canadiennes, 1997). Les auteurs ont recueilli des données sur la consommation de bois de chauffage selon les types de systèmes. Les coefficients d'émission pour différents types de poêle à bois sont extraits de AP-42, supplément B. Le bois brûlé dans différents types d'appareil a été regroupé en six catégories qui correspondent grosso modo aux coefficients d'émission. Les six catégories, et les types d'appareils utilisés dans chaque cas, se lisent comme suit :

- 1) Poêles classiques
 - non étanches
 - étanches, technologie primitive
- 2) Poêles et unités encastrables dotés d'un système perfectionné (non catalytique)
 - foyers sans système catalytique
 - poêles sans systèmes catalytique
- 3) Poêles et foyers dotés d'un système catalytique
 - foyers à catalyse
 - poêles à catalyse
 - foyers à bois non étanches avec unité encastrée
 - foyers à bois étanches dotés d'un système primitif (de niveau 0) avec unité encastrée
- 4) Foyers classiques
 - sans porte vitrée
 - avec porte vitrée (non étanche)
 - avec porte vitrée étanche
- 5) Chaudières
 - Chaudières à bois
- 6) Autres appareils
 - Autres appareils servant à la combustion du bois

Les données sur la consommation de bois provenant de l'étude de 1996 ont été utilisées pour calculer le volume de bois brûlé au cours des années 1990 à 1995 ainsi qu'en 1997. Les données de Statistique Canada et de Ressources naturelles Canada n'ont pas été utilisées dans cette estimation puisqu'elles semblent sous-estimer considérablement la consommation

de bois. La méthode utilisée pour extrapoler les données comporte deux étapes. Il convenait d'abord d'élaborer, pour chacune des années considérées, un coefficient de croissance à l'échelle provinciale. On a présumé que l'utilisation du bois de chauffage évoluerait avec les degrés-jours de chauffage en-dessous de 18° C. Puisque les données sur le bois de chauffage portaient sur l'année 1996, on a décidé d'en faire l'année de référence. Le coefficient de croissance annuel a ensuite été calculé en divisant les degrés-jours de chaque année par les degrés-jours de l'année de référence.

On a ensuite, dans le cadre de cette extrapolation, multiplié le volume de bois brûlé en 1996 (en tonnes) dans chacune des catégories, par le coefficient de croissance approprié. Cela a permis d'obtenir une estimation du volume de bois brûlé au cours de la période allant de 1990 à 1995, ainsi qu'en 1997.

Le volume de bois brûlé a ensuite été multiplié par les coefficients d'émission pour calculer les émissions de gaz à effet de serre. Les coefficients d'émission pour l'oxyde nitreux et le méthane sont extraits de AP-42, supplément B, et le coefficient d'émission pour le dioxyde de carbone vient de Ortech, 1994 (voir l'Annexe C : Coefficients d'émission).

Bois de chauffage industriel et liqueurs résiduaires

Les données relatives au bois de chauffage industriel et à la liqueur résiduaire sont disponibles dans le *Bulletin trimestriel, disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*. Les données de 1990 et de 1991 concernant les provinces de l'Atlantique ont été groupées, de même que celles des Prairies. Elles ont été réparties par province grâce aux données ventilées du Bulletin trimestriel de 1992. Pour cette année, en l'absence des détails requis pour répartir les chiffres entre les deux provinces, les données relatives à Terre-Neuve et à la Nouvelle-Écosse ont été groupées et consignées dans le tableur sous la rubrique Nouvelle-Écosse.

Le coefficient d'émission pour le dioxyde de carbone provenant de la combustion de la liqueur résiduaire a été fondé sur deux hypothèses : que le contenu en carbone de la liqueur résiduaire était de 41 p. 100 par unité de poids et que le carbone se convertissait à 95 p. 100 en dioxyde de carbone. Le coefficient

d'émission se lit donc comme suit :

$$\begin{aligned}\text{CE CO}_2 &= 0,41 * 0,95 * (44 \text{ g/mole} / 12 \text{ g/mole}) \\ &= 1\,428 \text{ tonnes de CO}_2 / \text{tonne lr} \quad (\text{Jaques, 1992})\end{aligned}$$

Les coefficients d'émission de CH_4 et de N_2O résultant du brûlage de bois de chauffage industriel sont extraits du Supplément D de l'AP-42. Puisque les coefficients d'émission étaient fournis pour les trois types de chaudière en usage, une moyenne a été utilisée pour les trois. En vue de calculer les émissions du bois de chauffage industriel, la quantité de bois brûlé a été multipliée par les coefficients d'émission.

Aucune estimation n'a été faite pour le CH_4 et le N_2O puisqu'on ne disposait pas des coefficients d'émission requis dans ce secteur.

Bibliographie

Canadian Facts (une division de CF Group Inc.), *Residential Fuelwood Combustion in Canada*, Toronto, avril 1997.

EPA, AP-42, 5th Edition, vol. 1, *Stationary Point and Area Sources*, janvier 1995.

Jaques, A.P., *Estimation des émissions de gaz provoquant l'effet de serre au Canada en 1990*, rapport SPE 5/AP/2, Environnement Canada, 1992.

ORTECH Corporation, *Inventory Methods Manual for Estimating Canadian Emissions of Greenhouse Gases*, document non publié préparé pour Environnement Canada, 1994.

Statistique Canada, *Bulletin trimestriel, disponibilité et écoulement d'énergie au Canada 1990-1997*, document n° 57-003.

Méthodes appliquées aux transports

Sources mobiles

Un modèle électronique avec tableur a été élaboré par Environnement Canada pour estimer les émissions de gaz à effet de serre de source mobile. Le Modèle des émissions mobiles de gaz à effet de serre ou MEMGES, sur lequel repose l'inventaire canadien des émissions du secteur des transports, est une méthode à jour permettant de décloisonner les données sur les véhicules et de calculer les émissions de façon plus précise que par le passé. Ce modèle estime les émissions de dioxyde de carbone, de méthane et d'oxyde nitreux provenant de toutes les sources mobiles, mais il a été spécialement conçu pour le transport terrestre non ferroviaire¹. Il met l'accent sur les véhicules routiers, responsables de 68 p. 100 des émissions du secteur des transports en 1996, soit près d'un cinquième du total national.

Transport routier et tout terrain (terrestre, non ferroviaire)

Méthodes

Puisque les émissions sont proportionnelles à la consommation de carburant, il est essentiel de tenir compte d'abord de ce facteur. Actuellement, une fraction de la quantité de carburant vendu pour le transport routier peut être aisément dérivée de la vente de carburant au détail et de la vente aux flottilles commerciales (Statistique Canada, publication n° 57-003). Bien que Statistique Canada répertorie également la consommation de carburant dans les secteurs économiques agricole, commercial, industriel et institutionnel, on ne peut savoir avec certitude s'il s'agit de véhicules routiers ou de véhicules tout-terrain. Il s'ensuit que la consommation de carburant des véhicules routiers est un sous-ensemble des données sur la consommation de carburant des véhicules terrestres (transport non ferroviaire) répertoriées par Statistique Canada dans son *Bulletin trimestriel, disponibilité et écoulement d'énergie* (Statistique Canada, publication n° 57-003). Quatre carburants sont utilisés pour le transport terrestre au Canada : l'essence, le carburant diesel, le gaz naturel et le propane. Pour évaluer les émissions, chaque carburant doit être étudié séparément, en appliquant l'équation suivante :

$$E = [EC_{\text{Catégorie}}] \times [\text{Carburant}_{\text{Catégorie}}] \quad (1)$$

où

E = le total des émissions dans une catégorie de véhicules donnée

$EC_{\text{Catégorie}}$ = le coefficient d'émission pour cette catégorie

$\text{Carburant}_{\text{Catégorie}}$ = Le volume de carburant consommé dans cette catégorie

Tel qu'indiqué ci-dessus, la consommation de carburant des véhicules routiers doit être séparée de celle des tout-terrain, les deux catégories étant liées comme suit :

$$\text{Carburant}_{\text{terrestre (non ferroviaire)}} = \text{Carburant}_{\text{routier}} + \text{Carburant}_{\text{tout-terrain}} \quad (2)$$

où

$\text{Carburant}_{\text{terrestre (non ferroviaire)}}$ = le total du carburant consommé par toutes les catégories de moyens de transport terrestres (à l'exception du transport ferroviaire), selon Statistique Canada

$\text{Carburant}_{\text{routier}}$ = le volume de carburant consommé pour le transport routier

$\text{Carburant}_{\text{tout-terrain}}$ = le volume de carburant consommé par toutes les catégories de moyens de transport tout-terrain (y compris les véhicules des secteurs agricole et industriel et de la construction, les motos-neige, les véhicules de plaisance, etc.)

Pour les fins du présent inventaire, on a présumé que la consommation de gaz naturel et de propane dans le secteur des transports ne concernait que les véhicules routiers. Bien qu'elle ne soit pas vraiment confirmée, cette hypothèse n'introduit qu'une marge d'erreur

¹ À noter que les émissions du transport par pipeline ne sont pas calculées par le modèle. Un bref résumé de la méthode utilisée pour cette sous-catégorie est présenté à la fin du présent document.

minime et permet de procéder à une analyse simplifiée et distincte des véhicules alimentés par ces carburants de remplacement.

La consommation des véhicules routiers alimentés à l'essence ou au carburant diesel est déterminée au moyen du MEMGES à partir des données disponibles. Voici l'équation qui s'applique :

$$\text{Carburant}_{\text{Catégorie routier}} = [\text{Parc de véhicules} \times \text{Distance moyenne parcourue/an}] \times [\text{Indice de consommation de carburant}] \quad (3)$$

Comme ces paramètres varient pour chaque type de véhicule, le modèle a été conçu pour calculer la consommation de carburant selon les sept catégories préétablies que l'on retrouve dans les modèles *Mobile* de l'Environmental Protection Agency des É.-U. : automobiles à essence, camions légers à essence, poids lourds à essence, motocyclettes, automobiles à moteur diesel, camions légers à moteur diesel, poids lourds à moteur diesel. Les véhicules légers sont ceux qui pèsent moins de 8 500 livres (3 855 kg), les véhicules lourds ceux qui dépassent cette limite.

Les statistiques sur les véhicules ont été extraites d'un certain nombre de sources. À Environnement Canada, un répertoire établissant le nombre de véhicules par catégorie a été élaboré pour l'année 1989 (Environnement Canada, 1996). Les données ont été extraites d'une base de données commerciales répertoriant les parcs de véhicules légers (Desrosiers, 1990) et d'autres sources. En vue de mettre cette information à jour, les statistiques de 1995 ont été compilées à partir d'une version plus récente de la même base de données (Desrosiers, 1996) et d'une base de données parallèle établie pour les poids lourds (Polk, 1996). Pour estimer les flottilles de véhicules routiers pour les années intermédiaires, on a procédé par interpolation. Ces évaluations ont été complétées par des données supplémentaires pour 1996 (Warvanski, 1998), extrapolées à leur tour pour produire des estimations pour 1997.

L'information décrite ci-dessus s'est avérée suffisante pour tous les types de véhicules à l'exception des motocyclettes, pour lesquelles les données ont été fournies par Statistique Canada (publication n° 53-219). Cette source a également été utilisée pour fournir des statistiques sur tous les parcs automobiles des Territoires canadiens, qui ne sont pas couverts par les bases de données commerciales.

Même si une simple ventilation de la consommation de carburant par type de véhicule permet de répartir les

émissions de carbone, elle ne tient pas compte de l'effet que peuvent avoir différents dispositifs antipollution sur les taux d'émission. Pour tenir compte des retombées de ces technologies sur les émissions de méthane et d'oxyde nitreux, on a évalué le nombre et le type de véhicules équipés de convertisseurs catalytiques et autres appareils de contrôle.

La catégorie des automobiles et celle des camions légers à essence qui produisent ensemble environ 75 p. 100 des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur routier ont été toutes deux subdivisées davantage. Une ventilation par année automobile a été établie à partir des ventes au Canada (Environnement Canada, 1966; Desrosiers, 1990), des dispositions réglementaires (gouvernement du Canada, 1997) et de divers rapports internationaux (GIEC, 1997) couvrant la période remontant aux années 70. Cette information a été combinée avec des données par province ventilées d'après l'âge des véhicules (Philpott, 1993) et leur durée de vie utile (Gorely, 1997), et d'après le rythme prévu de détérioration des convertisseurs catalytiques. La répartition des divers types de dispositifs antipollution des véhicules routiers pour une année donnée a donc pu, sur cette base, être déterminée par le MEMGES.

On ne disposait d'information détaillée sur les ventes que pour les voitures et les camions légers à essence. Pour les autres catégories, on a dû faire appel à une répartition estimative des plus importants dispositifs antipollution.

Les Taux pondéré de consommation de carburant (TPCC), exprimés en litres aux cent kilomètres, sont également plus détaillés pour les véhicules légers à essence que pour les autres catégories de véhicules. Les TPCC moyens pour la flottille des automobiles et des camions légers par année automobile ont été fournis par Transports Canada (1998) et par l'EPA aux É.-U. (Heavenrich et Hellman, 1996). Ces taux pondérés de consommation sont déterminés grâce à des essais normalisés de véhicules en laboratoire, mais des recherches récentes ont montré que la consommation réelle est systématiquement plus élevée. D'après les études entreprises aux États-Unis, les taux pondérés de consommation de carburant des véhicules routiers du MEMGES ont été rehaussés de 25 p. 100 au-dessus du taux de consommation nominal (Maples, 1993). Le TPCC moyen pour tous les véhicules en service dans chaque sous-catégorie d'automobiles et de camions légers à essence a été calculé en répartissant les données sur la consommation par année automobile en fonction de la distribution selon l'âge du véhicule et les dispositifs antipollution dont il a été question plus haut.

Les estimations du TPCC pour les catégories autres que les automobiles et les camions légers ont été ajustées en fonction des valeurs recommandées par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC, 1997).

L'évaluation de la distance parcourue par chaque classe de véhicules a été fournie par Environnement Canada (Environnement Canada, 1996). Ces chiffres sont fondés sur les données indirectes de Statistique Canada et sur des sondages menés à la fin des années 80. Puisque ces sondages ne portaient que sur les véhicules à usage personnel et que les habitudes de conduite des Canadiens semblent avoir changé entre-temps, les données sont moins fiables que la plupart des autres statistiques incorporées dans le MEMGES.

Le modèle estime la consommation de carburant et les émissions des véhicules routiers et tout-terrain. En vue d'en améliorer la précision, on y a incorporé une vérification qui permet de comparer deux estimations indépendantes de la consommation des véhicules tout-terrain. Comme on l'a indiqué plus haut, la consommation des véhicules tout-terrain peut être considérée comme la différence entre la consommation totale et la consommation des véhicules routiers. Le premier mode d'estimation de la consommation des véhicules tout-terrain se fonde sur la consommation des véhicules routiers calculée par le modèle. L'autre mode d'estimation repose sur le volume des ventes de diesel et d'essence sur lesquelles des taxes ont été payées, enregistré par Statistique Canada (publication n° 53-218). C'est la différence entre la consommation totale d'essence ou de diesel dans le secteur du transport terrestre (non ferroviaire) et ce volume qui représente la consommation des véhicules tout-terrain. Puisque la source des données sur les ventes – les registres de la taxe provinciale – diffère de façon radicale des sondages sur lesquels se fonde Statistique Canada pour la plupart des données du secteur de l'énergie (publication n° 57-003), les deux estimations pour les véhicules tout-terrain ne sont pas exactement comparables. Néanmoins, on peut présumer que les valeurs obtenues concorderont jusqu'à un certain point.

Le MEMGES est actuellement programmé pour accueillir un écart de plus ou moins 20 p. 100 entre les deux estimations. Si la valeur obtenue à partir des calculs sur la consommation des véhicules routiers effectués par le modèle s'écarte de plus de 20 p. 100 de la valeur dérivée des ventes, la distance parcourue par les véhicules est corrigée en appliquant le coefficient requis pour ramener la consommation des véhicules tout-terrain dans la fourchette désirée. Toutes les sous-catégories de véhicules à moteur diesel ou à essence

sont comparées une par une (et corrigées par le modèle s'il y a lieu). La consommation de carburant et les émissions des véhicules tout-terrain ont été calculées à partir des distances parcourues corrigées par le modèle. Un résumé des résultats de 1990, 1995 et 1997 par type de véhicule est présenté aux tableaux B2-1, B2-2 et B2-3. On trouve également dans ces tableaux les émissions des véhicules routiers au gaz naturel et au propane. (Les sources ferroviaires, maritimes ou aériennes sont également incluses et il en est question ci-après.)

Les coefficients d'émission qui ont été utilisés pour les véhicules sont issus d'une variété de sources et sont synthétisés dans un tableau intitulé « Coefficients d'émission – Sources de combustion mobiles », dans le MEMGES. Les coefficients d'émission de CO₂ dépendent du carburant utilisé et sont identiques à ceux qui ont été établis dans un précédent rapport (Jacques, 1992). Tel qu'indiqué précédemment, les dispositifs antipollution ont une grande influence sur les émissions de méthane et d'oxyde nitreux, de telle sorte que les coefficients d'émission associés à ces gaz varient selon le type de véhicule. Par exemple, il existe, dans les classes des automobiles à essence et des camions légers, cinq catégories de dispositifs à essence qui ont chacune leur propre coefficient d'émission. Dans ces deux classes, les catégories sont fondées sur les dispositifs antipollution catalytiques, à l'exclusion des autres systèmes. Suit une brève description de chacun de ces types.

Dans les années 60, les véhicules n'étaient généralement pas équipés de dispositifs antipollution. Les véhicules munis de dispositifs non catalytiques ont pénétré sur le marché à la fin des années 60 et au début des années 70 pour s'y imposer jusqu'en 1975. Sur ces véhicules, les dispositifs antipollution modifiaient la séquence d'allumage et le mélange air-carburant, la recirculation des gaz d'échappement et l'injection d'air dans le collecteur d'échappement (GIEC, 1997). À noter qu'il n'existe dans l'inventaire aucune catégorie réservée aux véhicules non munis de dispositifs antipollution puisque ces derniers ont pratiquement les mêmes coefficients d'émission de gaz à effet de serre que ceux qui ont des dispositifs antipollution non catalytiques (GIEC, 1997).

Les convertisseurs catalytiques d'oxydation ont été les premiers dispositifs installés sur les véhicules canadiens mis en marché en 1975 et on a continué à en équiper les véhicules en série jusqu'à l'année automobile 1987 (Philpott, 1993). Il s'agit d'unités à deux voies qui oxydent les hydrocarbures.

TABLEAU B2.1

DETAILS DES ÉMISSIONS DES VÉHICULES AU CANADA POUR 1990

						Émissions			
						CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total des GES
						Mt	Mt	Mt	Mt
						CO ₂ eq.	CO ₂ eq.	CO ₂ eq.	CO ₂ eq.
SOURCES TERRESTRES (NON FERROVIAIRES)									
Transport routier									
SOURCES DE CONSOMMATION D'ESSENCE									
Automobiles à essence	Somme (moyenne)	11 100 000	11,5	17 000	21 900	51,6	0,19	2,0	53,8
Convertisseur catalytique perfectionné à trois voies	0	0,0	-	0	-	-	-	-	-
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (neuf)	555 000	10,3	17 000	997	2,35	0,01	0,08	2,43	-
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (usagé)	4 430 000	10,4	17 000	7 920	18,7	0,05	1,4	20,2	-
Catalyseur d'oxydation	3 350 000	10,9	17 000	6 300	14,9	0,06	0,39	15,3	-
Système non catalytique	2 740 000	14,3	17 000	6 630	15,6	0,07	0,10	15,8	-
Camions légers à essence	Somme (moyenne)	3 450 000	15,4	16 000	8 630	20,4	0,08	1,3	21,8
Convertisseur catalytique perfectionné à trois voies	0	0,0	-	0	-	-	-	-	-
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (neuf)	208 000	14,3	16 000	483	1,14	+	0,07	1,21	-
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (usagé)	1 460 000	14,4	16 000	3 400	8,03	0,03	1,1	9,16	-
Catalyseur d'oxydation	1 040 000	14,6	16 000	2 460	5,79	0,02	0,15	5,96	-
Système non catalytique	747 000	19,0	16 000	2 290	5,40	0,03	0,03	5,46	-
Poids lourds à essence	Somme (moyenne)	219 000	47,5	12 000	1 280	3,02	0,01	0,13	3,17
Convertisseur catalytique à trois voies	73 000	43,5	12 000	391	0,92	+	0,12	1,04	-
Système dépolluant non catalytique	73 000	43,5	12 000	391	0,92	+	0,01	0,93	-
Aucun système dépolluant	73 000	55,6	12 000	500	1,18	0,01	0,01	1,19	-
Motocyclistes	Somme (moyenne)	331 000	18,3	2 800	96	0,23	+	+	0,23
Système dépolluant non catalytique	165 000	9,3	2 800	43	0,10	+	+	0,10	-
Aucun système dépolluant	165 000	11,2	2 800	52	0,12	+	+	0,13	-
SOURCES DE CONSOMMATION DE DIESEL									
Automobiles à moteur diesel	Somme (moyenne)	124 000	11,2	17 000	241	0,66	+	0,01	0,66
Système dépolluant perfectionné	41 400	10,0	17 000	71	0,20	+	+	0,20	-
Système dépolluant d'efficacité moyenne	41 400	10,4	17 000	74	0,20	+	+	0,21	-
Aucun système dépolluant	41 400	13,3	17 000	95	0,26	+	+	0,26	-
Camions légers à moteur diesel	Somme (moyenne)	77 200	15,1	19 000	216	0,59	+	0,01	0,60
Système dépolluant perfectionné	25 700	13,9	19 000	66	0,18	+	+	0,18	-
Système dépolluant d'efficacité moyenne	25 700	13,9	19 000	66	0,18	+	+	0,18	-
Aucun système dépolluant	25 700	17,5	19 000	84	0,23	+	+	0,23	-
Poids lourds à moteur diesel	Somme (moyenne)	357 000	43,0	58 000	8 920	24,3	0,03	0,28	24,7
Système dépolluant perfectionné	119 000	41,7	58 000	2 890	7,88	0,01	0,09	7,98	-
Système dépolluant d'efficacité moyenne	119 000	41,7	58 000	2 890	7,88	0,01	0,09	7,98	-
Aucun système dépolluant	119 000	45,5	58 000	3 150	9,60	0,01	0,10	8,71	-
VÉHICULES AU GAZ NATUREL	-	-	-	69 700	0,13	0,03	+	0,17	-
VÉHICULES AU PROPANE	-	-	-	1 020	1,55	0,02	-	1,57	-
Sous-total du transport routier	-	-	-	-	102	0,36	3,7	107	-
Sources pour le transport tout-terrain									
Tout-terrain à essence	-	-	-	-	4,91	0,13	0,04	5,08	-
Tout-terrain à moteur diesel	-	-	-	-	10,3	0,01	1,3	11,8	-
Sous-total des sources pour le transport tout-terrain	-	-	-	-	15,2	0,14	1,3	16,7	-
Sources terrestres totales (non ferroviaires)	-	-	-	-	116	0,50	5,0	123	-
SOURCES POUR LE TRANSPORT FERROVIAIRE, MARITIME ET AÉRIEN									
Transport ferroviaire									
Total du transport ferroviaire (carburant diesel)	-	-	-	-	6,31	0,01	0,79	7,11	-
Transport maritime									
Essence automobile	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Carburant diesel	-	-	-	-	2,81	+	0,32	3,13	-
Mazout léger	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Mazout lourd	-	-	-	-	2,91	0,01	0,02	2,94	-
Total du transport maritime	Somme (moyenne)	-	-	-	5,72	0,01	0,34	6,07	-
Transport aérien									
Essence d'avion	-	-	-	-	0,38	0,01	0,01	0,40	-
Carburéacteur	-	-	-	-	9,90	0,01	0,30	10,2	-
Total du transport aérien	Somme (moyenne)	-	-	-	10,3	0,01	0,31	10,6	-
Total (toutes les sources mobiles)	-	-	-	-	140	0,53	6,5	147	-

Les données sur la consommation ont été calculées en répartissant le carburant selon le type de véhicule et l'activité, d'après Statistique Canada, publication 57-003 (Bulletin trimestriel).

Les émissions de CH₄ et de N₂O ont été calculées en multipliant la quantité de carburant par le pourcentage d'adoption de la technologie catalytique, le coefficient d'émission et le Potentiel de réchauffement planétaire (PRP).

(PRP pour le CH₄ = 21; PRP pour le N₂O = 310).

+ Valeurs non nulles, trop petites pour être répertoriées.



TABLEAU B.2.2

DETAILS DES ÉMISSIONS DES VÉHICULES AU CANADA POUR 1995

						Émissions			
						CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total des GES
						Mt	Mt	Mt	Mt
							CO ₂ éq.	CO ₂ éq.	CO ₂ éq.
SOURCES TERRESTRES (NON FERROVIAIRES)									
Transport routier									
SOURCES DE CONSOMMATION D'ESSENCE									
Automobiles à essence	Somme (moyenne)	10 900 000	10,5	18 000	20 500	48,3	0,15	2,8	51,2
Convertisseur catalytique perfectionné à trois voies		835 000	10,1	18 000	1 520	3,58	0,01	0,10	3,69
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (neuf)		110 000	10,1	18 000	201	0,47	0,00	0,02	0,49
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (usagé)		7 740 000	10,2	18 000	14 100	33,4	0,10	2,5	36,0
Catalyseur d'oxydation		564 000	10,4	18 000	1 050	2,48	0,01	0,07	2,55
Système non catalytique		1 620 000	12,1	18 000	3 550	8,38	0,04	0,05	8,47
Camions légers à essence	Somme (moyenne)	4 420 000	14,3	17 000	10 900	25,7	0,09	2,6	28,4
Convertisseur catalytique perfectionné à trois voies		390 000	14,4	17 000	957	2,26	+	0,12	2,38
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (neuf)		53 800	14,4	17 000	132	0,31	+	0,02	0,33
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (usagé)		3 240 000	14,2	17 000	7 830	18,5	0,07	2,4	21,0
Catalyseur d'oxydation		209 000	14,1	17 000	509	1,20	+	0,03	1,24
Système non catalytique		537 000	15,5	17 000	1 460	3,44	0,02	0,02	3,48
Poids lourds à essence	Somme (moyenne)	318 000	47,5	13 000	2 010	4,74	0,01	0,21	4,97
Convertisseur catalytique à trois voies		106 000	43,5	13 000	613	1,45	+	0,19	1,64
Système dépolluant non catalytique		106 000	43,5	13 000	613	1,45	+	0,01	1,46
Aucun système dépolluant		106 000	55,6	13 000	784	1,85	0,01	0,01	1,87
Motocyclettes	Somme (moyenne)	295 000	10,3	2 900	89	0,21	+	+	0,21
Système dépolluant non catalytique		148 000	9,3	2 900	40	0,09	+	+	0,10
Aucun système dépolluant		148 000	11,2	2 900	48	0,11	+	+	0,12
SOURCES DE CONSOMMATION DE DIESEL									
Automobiles à moteur diesel	Somme (moyenne)	105 000	11,2	18 000	212	0,58	+	0,01	0,59
Système dépolluant perfectionné		34 900	10,0	18 000	63	0,17	+	+	0,17
Système dépolluant d'efficacité moyenne		34 900	10,4	18 000	65	0,18	+	+	0,18
Aucun système dépolluant		34 900	13,3	18 000	84	0,23	+	+	0,23
Camions légers à moteur diesel	Somme (moyenne)	88 600	15,1	13 000	171	0,47	+	0,01	0,47
Système dépolluant perfectionné		29 500	13,9	13 000	52	0,14	+	+	0,14
Système dépolluant d'efficacité moyenne		29 500	13,9	13 000	52	0,14	+	+	0,14
Aucun système dépolluant		29 500	17,5	13 000	66	0,18	+	+	0,18
Poids lourds à moteur diesel	Somme (moyenne)	634 000	43,0	41 000	11 200	30,4	0,03	0,35	30,8
Système dépolluant perfectionné		211 000	41,7	41 000	3 610	9,85	0,01	0,11	10,0
Système dépolluant d'efficacité moyenne		211 000	41,7	41 000	3 610	9,85	0,01	0,11	9,97
Aucun système dépolluant		211 000	45,5	41 000	3 940	10,7	0,01	0,12	10,8
VÉHICULES AU GAZ NATUREL		-	-	-	204 000	0,38	0,09	+	0,48
VÉHICULES AU PROPANE		-	-	-	1 300	1,98	0,02	-	2
Sous-total du transport routier		-	-	-	-	113	0,41	6	119
Sources pour le transport tout-terrain									
Tout-terrain à essence		-	-	-	-	3,77	0,10	0,03	3,90
Tout-terrain à moteur diesel		-	-	-	-	12,2	0,01	1,5	13,7
Sous-total des sources pour le transport tout-terrain		-	-	-	-	16,0	0,11	1,6	17,6
Sources terrestres totales (non ferroviaires)		-	-	-	-	129	0,52	7,5	137
SOURCES POUR LE TRANSPORT FERROVIAIRE, MARITIME ET AÉRIEN									
Transport ferroviaire									
Total du transport ferroviaire (carburant diesel)		-	-	-	-	5,71	0,01	0,71	6,43
Transport maritime									
Essence automobile		-	-	-	-	0,06	0,06	0,06	0,06
Carburant diesel		-	-	-	-	2,82	0,06	0,32	3,14
Mazout léger		-	-	-	-	0,06	0,06	0,06	0,06
Mazout lourd		-	-	-	-	2,45	0,01	0,02	2,48
Total du transport maritime	Somme (moyenne)	-	-	-	-	5,35	0,01	0,34	5,70
Transport aérien									
Essence d'avion		-	-	-	-	0,29	0,01	0,01	0,30
Carburacteur		-	-	-	-	10,2	0,01	0,31	10,5
Total du transport aérien	Somme (moyenne)	-	-	-	-	10,5	0,01	0,32	10,9
Total (toutes les sources mobiles)		-	-	-	-	150	0,55	8,9	160

Les données sur la consommation ont été calculées en répartissant le carburant selon le type de véhicule et l'activité, d'après Statistique Canada, publication 57-003 (Bulletin trimestriel).

Les émissions de CH₄ et de N₂O ont été calculées en multipliant la quantité de carburant par le pourcentage d'adoption de la technologie catalytique, le coefficient d'émission et le Potentiel de réchauffement planétaire (PRP).

(PRP pour le CH₄ = 21; PRP pour le N₂O = 310).

+ Valeurs non nulles, trop petites pour être répertoriées.



TABLEAU B2-3

DETAILS DES ÉMISSIONS DES VÉHICULES AU CANADA POUR 1997

						Émissions			
		Nombre de véhicules par catégorie	Taux pondéré de consommation de carburant l/100 km	Distance moyenne parcourue km	Consommation totale de carburant MI	CO ₂ MI	CH ₄ MI CO ₂ éq	N ₂ O MI CO ₂ éq	Total des GES MI CO ₂ éq
SOURCES TERRESTRES (NON FERROVIAIRES)									
Transport routier									
SOURCES DE CONSOMMATION D'ESSENCE									
Automobiles à essence	Somme (moyenne)	10 600 000	10,3	18 000	20 100	47,5	0,14	2,5	50,3
Convertisseur catalytique perfectionné à trois voies		2 730 000	10,0	18 000	5 030	11,9	0,03	0,33	12,3
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (neuf)		0	0,0	-	0	-	-	-	-
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (usagé)		6 430 000	10,1	18 000	12 000	28,3	0,08	2,2	30,6
Catalyseur d'oxydation		91 600	10,1	18 000	170	0,40	0,00	0,01	0,41
Système non catalytique		1 370 000	11,8	18 000	2 950	6,96	0,03	0,04	7,03
Camions légers à essence	Somme (moyenne)	4 850 000	14,2	18 000	12 200	28,7	0,09	2,7	31,5
Convertisseur catalytique perfectionné à trois voies		1 370 000	14,2	18 000	3 410	8,05	0,01	0,41	8,47
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (neuf)		0	0,0	-	0	-	-	-	-
Convertisseur catalytique primitif à trois voies (usagé)		2 940 000	14,1	18 000	7 310	17,3	0,06	2,3	19,7
Catalyseur d'oxydation		37 500	14,2	18 000	95	0,22	0,00	0,01	0,23
Système non catalytique		501 000	15,0	18 000	1 350	3,18	0,02	0,02	3,22
Poids lourds à essence	Somme (moyenne)	339 000	47,5	14 000	2 210	5,22	0,02	0,23	5,47
Convertisseur catalytique à trois voies		113 000	43,5	14 000	675	1,59	+	0,21	1,80
Système dépolluant non catalytique		113 000	43,5	14 000	675	1,59	+	0,01	1,60
Aucun système dépolluant		113 000	55,6	14 000	863	2,04	0,01	0,01	2,06
Motocyclistes	Somme (moyenne)	299 000	10,3	3 000	92	0,22	+	+	0,22
Système dépolluant non catalytique		150 000	9,3	3 000	42	0,10	+	+	0,10
Aucun système dépolluant		150 000	11,2	3 000	50	0,12	+	+	0,12
SOURCES DE CONSOMMATION DE DIESEL									
Automobiles à moteur diesel	Somme (moyenne)	104 000	11,2	18 000	215	0,59	+	0,01	0,59
Système dépolluant perfectionné		34 700	10,0	18 000	64	0,17	+	+	0,18
Système dépolluant d'efficacité moyenne		34 700	10,4	18 000	66	0,18	+	+	0,18
Aucun système dépolluant		34 700	13,3	18 000	85	0,23	+	+	0,23
Camions légers à moteur diesel	Somme (moyenne)	93 100	15,1	13 000	178	0,49	+	0,01	0,49
Système dépolluant perfectionné		31 000	13,9	13 000	55	0,15	+	+	0,15
Système dépolluant d'efficacité moyenne		31 000	13,9	13 000	55	0,15	+	+	0,15
Aucun système dépolluant		31 000	17,5	13 000	69	0,19	+	+	0,19
Poids lourds à moteur diesel	Somme (moyenne)	744 000	43,0	41 000	13 000	35,5	0,04	0,40	35,9
Système dépolluant perfectionné		248 000	41,7	41 000	4 210	11,5	0,01	0,13	11,6
Système dépolluant d'efficacité moyenne		248 000	41,7	41 000	4 210	11,5	0,01	0,13	11,6
Aucun système dépolluant		248 000	45,5	41 000	4 590	12,5	0,01	0,14	12,7
VÉHICULES AU GAZ NATUREL						-	-	-	-
VÉHICULES AU PROPANE						-	-	-	-
Sous-total du transport routier						-	-	-	-
						120	0,36	5,9	126
Sources pour le transport tout-terrain									
Tout-terrain à essence		-	-	-	-	4,19	0,11	0,03	4,33
Tout-terrain à moteur diesel		-	-	-	-	13,5	0,02	1,7	15,3
Sous-total des sources pour le transport tout-terrain						-	-	-	-
						17,7	0,13	1,7	19,6
Sources terrestres totales (non ferroviaires)						-	-	-	-
						138	0,48	7,6	146
SOURCES POUR LE TRANSPORT FERROVIAIRE, MARITIME ET AÉRIEN									
Transport ferroviaire									
Total du transport ferroviaire (carburant diesel)						-	-	-	-
						5,66	0,01	0,71	6,38
Transport maritime									
Essence automobile		-	-	-	-	0,04	0,04	0,04	0,04
Carburant diesel		-	-	-	-	2,80	0,04	0,32	3,12
Mazout léger		-	-	-	-	0,04	0,04	0,04	0,04
Mazout lourd		-	-	-	-	2,94	0,01	0,02	2,97
Total du transport maritime	Somme (moyenne)	-	-	-	-	5,81	0,01	0,34	6,16
Transport aérien									
Essence d'avion		-	-	-	-	0,26	0,01	0,01	0,27
Carburéacteur		-	-	-	-	12,3	0,01	0,38	12,7
Total du transport aérien	Somme (moyenne)	-	-	-	-	12,6	0,01	0,38	13,0
Total (toutes les sources mobiles)						-	-	-	-
						162	0,51	9,0	172

Les données sur la consommation ont été calculées en répartissant le carburant selon le type de véhicule et l'activité, d'après Statistique Canada, publication 57-003 (Bulletin trimestriel).

Les émissions de CH₄ et de N₂O ont été calculées en multipliant la quantité de carburant par le pourcentage d'adoption de la technologie catalytique, le coefficient d'émission et le Potentiel de réchauffement planétaire (PRP).

(PRP pour le CH₄ = 21; PRP pour le N₂O = 310).

+ Valeurs non nulles, trop petites pour être répertoriées.



Un modèle de convertisseur catalytique à trois voies (réducteur d'oxydation) a été introduit au Canada en 1980 (Philpott, 1993). À cette époque, les véhicules étaient équipés de carburateurs et d'un système d'allumage électronique simple (GIEC, 1997). Plus tard (aux environs de l'année automobile 1984), les véhicules ont commencé à être équipés de systèmes d'injection de carburant électronique contrôlés par ordinateur qui faisaient partie intégrante des systèmes antipollution. À partir des années 90, ces systèmes électroniques ont été installés d'office sur tous les véhicules alimentés à l'essence. Les dispositifs antipollution produits depuis l'adoption des convertisseurs catalytiques à trois voies jusqu'en 1993 sont connus en Amérique du Nord sous l'appellation « dispositifs antipollution primitifs (ou de niveau 0) ». Les convertisseurs catalytiques primitifs se subdivisent davantage en dispositifs neufs et usagés, les dispositifs de moins d'un an faisant partie de la catégorie des « dispositifs neufs ». Les motifs en sont exposés ci-après.

Le dispositif de niveau 1, une technique antipollution plus perfectionnée, a été introduit en Amérique du Nord sur les véhicules légers à essence en 1994. Il s'agit d'un convertisseur catalytique à trois voies amélioré, muni d'un système de contrôle informatique plus poussé.

Les coefficients d'émission de méthane adoptés pour chacun de ces types de véhicules étaient recommandés par le GIEC pour les véhicules nord-américains (GIEC, 1997). Ces coefficients ont vu le jour à l'EPA par suite des travaux de cet organisme sur le modèle d'émissions des véhicules Mobile5, et ils ont été utilisés en 1996. Il s'agit de fourchettes établies pour chaque type de véhicule, la valeur réelle dépendant du genre de programme d'inspection et d'entretien en vigueur dans la région où les véhicules sont en circulation (Weaver, 1996). Au Canada, une valeur moyenne a été choisie dans chaque fourchette. Par exemple, le coefficient d'émission pour les anciens modèles d'automobile équipés de dispositifs antipollution non catalytiques est de 0,52 g CH_4/l d'essence, et de 0,25 g CH_4/l pour les véhicules dotés d'un dispositif antipollution perfectionné (de niveau 1).

Plusieurs études font état des émissions de N_2O produites par des voitures équipées ou non de convertisseurs catalytiques (Dasch, 1992; Urban et Garbe, 1980; Prigent et De Soete, 1989; De Soete, 1989; Prigent et al., 1991). Les résultats de ces études sont comparables pour les véhicules munis de dispositifs non catalytiques et de convertisseurs catalytiques d'oxydation, mais ils diffèrent pour les dispositifs primitifs à trois voies. Les seules études systématiques

abordant les effets du vieillissement sur les catalyseurs sont celles de De Soete (1989) et de Prigent et al (1991).

Les émissions des gaz d'échappement des moteurs non munis de dispositifs antipollution contiennent très peu de N_2O . Prigent et De Soete montrent que le N_2O représente moins de 1 p. 100 (entre 0,4 et 0,55 %) des émissions totales de NO_x provenant des moteurs à essence ou des moteurs diesel sans convertisseur catalytique. Toutefois, du N_2O est produit lorsque le NO et le NH_3 réagissent avec le platine dans le convertisseur catalytique. La production de N_2O dépend largement de la température ambiante. Prigent et De Soete (1989) ont trouvé que les catalyseurs à trois voies au platine rhodié, qui réduisent les émissions de N_2O , pourraient augmenter la concentration de N_2O dans les gaz d'échappement pendant l'allumage du catalyseur tout en ne produisant que très peu de N_2O à température moyenne (400 à 500 °C). Ces auteurs ont observé que la formation de N_2O survenait alors que la température dans le convertisseur s'approchait de la température d'allumage du catalyseur et que le volume de N_2O émis augmentait de 2 à 4,5 fois après le vieillissement du système. L'augmentation des émissions de N_2O semblait donc attribuable à une fluctuation de la température d'allumage causée par le vieillissement qui avait pour conséquence de faire agir le catalyseur à l'intérieur d'une fourchette de températures favorable à la formation de N_2O .

Une étude non publiée d'Environnement Canada portant sur 14 modèles d'automobile typiquement canadiens (Barton et Simpson, 1995) présente une évaluation des émissions produites avant 1994 selon le cycle de conduite standard de Transport Canada (Urban Dynamometer Driving Schedule). Tous les véhicules étaient équipés de convertisseurs primitifs à trois voies. La moyenne des émissions d'échappement était d'environ 7,7 g/l pour les dix véhicules équipés de convertisseurs vieillis et de 0,4/l pour les quatre véhicules équipés d'unités neuves.

En vue d'évaluer les effets des catalyseurs primitifs usagés sur les émissions d'oxyde nitreux, les véhicules de cette catégorie ont été subdivisés. Les véhicules légers à essence équipés de convertisseurs catalytiques primitifs ont été répartis en deux classes selon le niveau de vieillissement du dispositif, les véhicules de plus d'un an étant considérés comme équipés de convertisseurs usagés.

Des taux d'émission de 0,25 et 0,58 g/l de carburant, pour les automobiles équipées de catalyseurs primitifs neufs et usagés, ont été adoptés à partir des résultats des travaux de De Soete (1989) et de Barton

et Simpson. On peut comparer ces résultats, respectivement, au taux d'émission de 0,046 g/l établi pour les dispositifs antipollution non catalytique et de 0,20 g/l pour les catalyseurs d'oxydation. À noter que ces taux d'émission sont plus faibles que ceux qui sont proposés dans les précédents inventaires. Dans le présent document, les résultats d'une récente étude de la US EPA sur les émissions de N_2O (Michaels, 1998) ont été incorporés, en plus des résultats de l'étude de Barton et Simpson, 1995.

Dans le même rapport, Michaels faisait également état de tests entrepris en 1998 par l'EPA sur un petit échantillon de véhicules nord-américains typiques. Ces véhicules étaient équipés de convertisseurs catalytiques usagés perfectionnés. Les taux d'émission moyens mesurés étaient environ 50 p. 100 plus bas, dans des conditions normales, que ceux établis précédemment pour les véhicules dotés de systèmes antipollution primitifs (Barton et Simpson, 1995). Des taux d'émission de 0,21 g/l de carburant ont été établis pour les automobiles à essence dotées de dispositifs perfectionnés, à partir des résultats de ces essais.

La recherche indique que dans des conditions d'essai normales, les camions légers à essence ont un taux d'émission d'oxyde nitreux par unité de carburant consommée systématiquement plus élevé que celui des automobiles à essence². Des facteurs d'émission plus élevés ont donc été adoptés pour les camions légers. Par exemple, les taux d'émission de N_2O des camions légers à moteur diesel utilisés par le MEMGES sont de 0,39 g/l pour les dispositifs perfectionnés et de 1 g/l pour les dispositifs primitifs usagés. (Pour plus de renseignements sur les facteurs d'émission, voir l'Annexe C.)

En résumé, c'est la méthode intégrale de niveau 3 du GIEC (voir GIEC, 1997), qui a été utilisée pour calculer les émissions des véhicules routiers. Par contre, les estimations que fournit le MEMGES pour les gaz à effet de serre des véhicules tout-terrain doivent être tenues pour des données de niveau 1 puisqu'elles sont tout simplement fondées sur la consommation de carburant multipliée par les facteurs d'émission correspondants. (Les facteurs d'émission adoptés pour les véhicules tout-terrain sont extraits de GIEC, 1997; voir l'Annexe C.)

Transport ferroviaire, maritime et aérien

Le MEMGES permet également d'estimer les émissions dans le domaine du transport routier, maritime et aérien. La consommation de carburant, pour chacun de ces modes de transport, est extraite d'une étude

de Statistique Canada (publication n° 57-003) et multipliée par les coefficients d'émission propres à chaque carburant. Puisque Statistique Canada répertorie le volume de chaque produit pétrolier raffiné consommé par les navires (à savoir, le mazout lourd, le carburant diesel, le mazout léger et l'essence) on a pu assigner, de manière assez rudimentaire, les émissions à chaque type de navire. Parallèlement, les émissions des aéronefs ont pu être répertoriées, grosso modo, dans les catégories « aéronef classique » et « turboréacteur » en se fondant sur les deux types de carburant d'aviation correspondants (essence et carburéacteur).

Les coefficients d'émission de dioxyde de carbone utilisés ont été tirés de Jaques, 1992 (comme pour les véhicules routiers). Les coefficients d'émission de méthane et d'oxyde nitreux pour les sources ferroviaire et maritime sont extraites de GIEC, 1997. Celles qui concernent les sources aériennes ont été extraites des premiers travaux de De Soete (1989) et Prigent et al., 1991. (Voir également l'Annexe C.) Les méthodes utilisées pour estimer les émissions des sources de transport ferroviaire, maritime et aérien ont été mises à jour à partir des catégories de niveau 1 du GIEC (GIEC, 1997).

Selon les *Lignes directrices* du GIEC (GIEC, 1997), les émissions du transport maritime et aérien international ne devraient pas être incluses dans les totaux de l'Inventaire national, mais déclarées séparément sous la rubrique « Soutes ». Selon les *Lignes directrices*, tout carburant considéré par Statistique Canada comme vendu à des transporteurs maritimes ou aériens immatriculés à l'étranger est exclu du calcul des émissions de l'Inventaire national (à noter que tous les tableaux apparaissant dans le texte et les annexes sans faire expressément mention des « soutes » n'incluent pas les émissions provenant de ces sources).

Malheureusement, on ne sait pas avec certitude si la totalité du carburant vendu à des transporteurs immatriculés à l'étranger est utilisée pour le transport international. Par ailleurs, il s'est avéré qu'une partie du carburant vendu à des transporteurs immatriculés au Canada n'est pas consommée au pays. Le GIEC envisage actuellement d'élaborer des lignes directrices plus claires pour les méthodes appliquées aux soutes. Au Canada, il faudra peut-être adopter à l'avenir d'autres procédés statistiques afin de tenir compte de façon plus précise du mazout lourd.

2 Consulter, par exemple, Barton et Simpson, 1995 ou Michaels, 1998.

Pipelines

Les pipelines de pétrole et de gaz utilisent des compresseurs et autres dispositifs pour transporter le carburant. Les émissions de gaz à effet de serre provenant de la combustion associées à cet équipement ne sont pas calculées par le MEMGES, mais sont classées en vertu des Lignes directrices du GIEC dans la catégorie des transports (GIEC, 1997). La méthode utilisée par Environnement Canada, une méthode sectorielle de niveau 1, est relativement directe. La consommation de carburant des pipelines est enregistrée directement par Statistique Canada (publication n° 57-003). Il s'agit principalement de gaz naturel, mais on utilise également certains produits raffinés du pétrole comme le carburant diesel. Les émissions sont déterminées en multipliant les données relatives à la consommation par les coefficients d'émission propres à chaque carburant. (Les coefficients d'émission sont ceux qui ont été établis pour la consommation d'énergie dans l'industrie, tels qu'énumérés à l'Annexe C).

Bibliographie

Barton P., Simpson, J. *The Effects of Aged Catalysts and Cold Ambient Temperatures on Nitrous Oxide Emissions*, Environnement Canada, 1995 MSED n° 94-21, report (non publié).

Dasch, J.M. "Nitrous Oxide Emissions from Vehicles", *Journal of Air and Waste Management Association*, vol. 42, janvier 1992, p. 63 à 67.

De Soete, G. *Updated Evaluation of Nitrous Oxide Emissions from Industrial Fossil Fuel Combustion*, ébauche du rapport final préparé pour la Communauté européenne de l'énergie atomique par l'Institut français du pétrole, réf. 37-559, 1989.

DesRosiers Automotive Consultants. *Year/Make Reports - Canada and 10 Provinces*. Rapport préparés pour Environnement Canada de concert avec Blackburn/Polk Marketing Services Inc., 1990, 1996.

Environnement Canada, Division des systèmes de transport, information non publiée, Hull, 1996.

Gorely, D., 1997. District régional de Vancouver, C.-B., programme de protection de l'air de la C.-B., communication personnelle.

Heavenrich, R.M., Hellman, K.H. *Light Duty Automotive Technology and Fuel Economy Trends Through 1996*, U. S. Environmental Protection Agency, Ann Arbor, Michigan, 1996, EPA/AA/TDSG/96-01.

Groupe international d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), Organisation pour la coopération et le développement économique (OCDE) et Agence internationale de l'énergie (AIE). *Greenhouse Gas*

Inventories Reference Manual, Section 1.5.3.3, vol. 3 de 3 séries de volumes, *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*, Londres, 1996.

Jaques, A. P. *Estimations des émissions de gaz provoquant l'effet de serre au Canada en 1990*, Rapport SPE 5/AP/4, Environnement Canada, 1992.

Maples, J. D. "The Light-Duty Vehicle MPG Gap: Its Size Today and Potential Impacts in the Future", University of Tennessee Transportation Centre, Knoxville, É.-U., mai 1993.

Michaels, H. *Emissions of Nitrous Oxide from Highway Mobile Sources - Comments on the Draft Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks, 1990-1996* (mars 1998), United States Environmental Protection Agency, Office of Mobile Sources, EPA420-R-98-009, août 1998.

Philpott, S. *Mobile5c User Guide*, rapport inédit préparé pour Environnement Canada, 1993.

Polk Consultants, *Heavy Duty Vehicles*. Rapport préparé pour Environnement Canada de concert avec Blackburn/Polk Marketing Services Inc., 1996.

Prigent, M., De Soete, G. "Nitrous Oxide in Engines Exhaust Gases - A First Appraisal of Catalyst Impact", Society of Automotive Engineers, Technical Paper Series 890492, 1989.

Prigent, M., De Soete, G., Dozière, R. "The Effect of Aging On Nitrous Oxide (N₂O) Formation by Automotive Three-Way Catalysts", *Catalysts and Automotive Pollution Control*, vol. II, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Pays-Bas, 1991.

Statistique Canada. *Bulletin trimestriel, disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, Publication n° 57-003, gouvernement du Canada, Ottawa, 1990-1995.

Statistique Canada. *Véhicules automobiles, ventes de carburants*, Publication n° 53-218, gouvernement du Canada, Ottawa, 1990-1995.

Transport Canada, Division de la sécurité routière. *Moyenne de consommation de carburant d'une compagnie pour les nouveaux véhicules automobiles canadiens*, Transport Canada, Ottawa, 1998.

Urban, Charles M., Garbe, Robert J. *Exhaust Emissions from Malfunctioning Three-Way Catalyst-Equipped Automobiles*, SAE Paper 820783, 1980.

Warbanski, B., Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada. *Communication personnelle écrite sur les parc automobiles au Canada*, septembre 1998.

Weaver, Christopher S., Lit-Minan Chan. *Mobile Source Emission Factors for Global Warming Gases*, version provisoire du rapport final présenté à ICF Inc. par Engine, Fuel and Emissions Engineering Inc., 9812, Old Winery Place, Suite 22, Sacramento, CA 95827, le 24 juin 1996.

Méthode d'élimination des déchets solides en milieu terrestre

Le texte qui suit explique les facteurs qui contribuent à la production de gaz d'enfouissement et présente le modèle Scholl Canyon (utilisé pour estimer les émissions de gaz à effet de serre provenant des lieux d'enfouissement). Le gaz d'enfouissement, qui est composé principalement de méthane et de dioxyde de carbone, résulte de la décomposition anaérobie des déchets organiques. La première étape de ce processus commence généralement après que les déchets, déposés dans une décharge, y ont séjourné de 10 à 50 jours. Bien que la plus grande partie du méthane et du dioxyde de carbone soit produite dans les 20 ans de la mise en décharge, les émissions peuvent se poursuivre pendant 100 ans, voire davantage (Levelton, 1991).

Un certain nombre d'importants facteurs propres au site contribuent à la génération de gaz dans une décharge. Ces facteurs incluent la composition des déchets, le degré d'humidité, la température, le pH, la capacité tampon, la présence d'éléments nutritifs, la densité des déchets et la granulométrie. Ces facteurs et leur contribution à la production de gaz d'enfouissement sont exposés ci-après.

Composition des déchets

Il s'agit probablement du facteur qui influe le plus sur la vitesse et le volume de production. Le volume de gaz d'enfouissement produit dépend du volume de matières organiques mises au rebut. La vitesse de production du gaz dépend de la distribution et du type de matières organiques que contient la décharge (Tchobanoglous, 1993).

Degré d'humidité

Le degré d'humidité qui règne à l'intérieur d'une décharge est un autre facteur important de la vitesse de production de gaz puisqu'un environnement aqueux est indispensable à la dégradation anaérobie.

Température

La digestion anaérobie est un processus exothermique. Le rythme de croissance des bactéries tend à s'accroître avec la température jusqu'à ce qu'un niveau optimal soit atteint (Tchobanoglous, 1993). Par conséquent, les températures qui règnent dans les décharges peuvent être plus élevées que la température de l'air ambiant. L'influence de la température ambiante sur la température de la décharge et

la vitesse de production du gaz dépendent principalement de la profondeur de l'enfouissement. On a pu observer que les températures des décharges fluctuent avec les variations à long terme de la température ambiante (Levelton, 1991).

pH et capacité tampon

La production de méthane dans les décharges est plus forte quand le pH correspond à une acidité nulle. L'activité des bactéries méthanogènes est inhibée en milieu acide. Pour que la production de gaz se poursuive, le pH de la décharge ne doit pas descendre en-dessous de 6,2 (Tchobanoglous, 1993).

Présence d'éléments nutritifs

Certains éléments nutritifs sont indispensables à la digestion anaérobie. Il s'agit notamment du carbone, de l'hydrogène, de l'azote et du phosphore. En général, les déchets urbains solides renferment les éléments nutritifs nécessaires à la méthanogénèse.

Densité et granulométrie des déchets

La granulométrie et la densité des déchets influencent également la production de gaz. La diminution de la granulométrie des déchets augmente la surface accessible à la dégradation et augmente par conséquent le rythme de production du gaz. La densité des déchets, largement contrôlée par leur compaction lors du déversement dans la décharge, a une incidence sur la propagation de l'humidité et des éléments nutritifs qui, à leur tour, commandent le rythme de production du gaz.

Méthode

Les lignes directrices du GIEC (GIEC, 1997) présentent deux méthodes d'estimation des émissions des lieux d'enfouissement. Ces lignes directrices présentent une méthode par défaut et une méthode cinétique théorique du premier ordre connue sous le nom de modèle Scholl Canyon. La méthode par défaut estime les émissions en se fondant sur les déchets mis en décharge pendant l'année considérée alors que le modèle Scholl Canyon estime les émissions en se fondant sur un horizon historique. Au cours des dernières décennies, la composition et le volume des déchets mis au rebut au Canada (principalement en raison de la croissance démographique) se sont

modifiés de façon notable. Pour ce motif, un modèle statique tel que le modèle par défaut n'est pas approprié. Les émissions des sites d'enfouissement des déchets urbains solides et des lieux d'enfouissement des déchets du bois au Canada ont donc été estimées par application du modèle Scholl Canyon qui fait appel à l'équation de décomposition suivante :

$$G_i = M_i \cdot k \cdot L_0 \cdot \exp^{(k \cdot t_i)}$$

où

G_i = taux d'émission de la i section exprimé en kg de CH_4 /an

k = taux de production de méthane, exprimé en l/an

L_0 = potentiel de production de méthane exprimé en m^3 de CH_4 /tonne de déchets

M_i = masse des déchets dans la i section, exprimée en Mt

t_i = âge de la i section, exprimé en années (GIEC, 1997)

Au Canada, il y a plus de 10 000 décharges (Levelton, 1991). En vue d'estimer les émissions de méthane des décharges, on a besoin de renseignements sur plusieurs des facteurs décrits ci-dessus. En outre, il faut se renseigner sur le volume de méthane recueilli par les systèmes de récupération des gaz. Pour calculer les émissions annuelles nettes, on a additionné le G_i de chaque couche de déchet au cours des années passées et soustrait le gaz séquestré. Un modèle informatique a été élaboré pour estimer les émissions canadiennes à l'échelle régionale.

Les déchets enfouis chaque année (M_i)

Lieux d'enfouissement des déchets urbains solides

Le volume des déchets urbains solides enfouis au cours de la période allant de 1941 à 1989 a été estimé par Levelton en 1991. Pour les années allant de 1990 à 1996, le volume de déchets enfouis a été estimé en se fondant sur une étude d'Environnement Canada contenant des données sur les déchets solides enfouis en 1992. À partir de ces données, un coefficient d'enfouissement per capita a été calculé pour chaque province. Ces coefficients ont été rajustés pour les autres années en tenant compte des données de l'Inventaire canadien des déchets solides (CCME, 1998). La quantité totale de déchets enfouis chaque année a été déterminée en multipliant le coefficient d'enfouissement per capita par la population provinciale recensée par Statistique Canada (publication n° 91-213).

Lieux d'enfouissement des déchets du bois

Le volume de déchets du bois enfouis pendant la période allant de 1970 à 1992 a été estimé à l'échelle nationale en se fondant sur la base de données sur les résidus du bois (1997) de Ressources naturelles Canada (RNCAN). Le volume des résidus de bois enfouis au cours de la période allant de 1993 à 1996 a été estimé à partir d'une étude des déchets des usines de pâtes et papiers réalisée pour le compte de Paprican (1997), d'une étude des résidus des usines de papier réalisée par SEAFOR (1990) et d'un document interne de l'Association canadienne des pâtes et papier (ACPP) (1998).

Taux de production de méthane (k)

La vitesse de production du méthane (k) représente une estimation du premier ordre du rythme de production du méthane après enfouissement des déchets. La valeur de k dépend de quatre facteurs majeurs : la teneur en humidité, la disponibilité des éléments nutritifs, le pH et la température. La teneur en humidité et la température sont largement fonction des conditions climatiques qui règnent dans la décharge. Les valeurs de k utilisées pour estimer les émissions des deux types de décharges utilisés pour l'inventaire sont extraites de l'étude entreprise en 1991 par Levelton, qui reconnaît la quantité limitée des données accessibles pour estimer ces valeurs. Les valeurs de k sont largement fondées sur celles qui résultent de tests entrepris à diverses décharges aux États-Unis. Les valeurs de k aux États-Unis ont été liées aux précipitations, les chercheurs ayant présumé que le taux d'humidité d'un site d'enfouissement est directement fonction des précipitations annuelles. À partir des valeurs de k calculées aux États-Unis et des données sur les précipitations, le volume annuel moyen de précipitation et la température quotidienne moyenne des sites d'enfouissement canadiens ont été calculés et des valeurs de k ont été assignées à chacune des provinces (Levelton, 1991).

Lieux d'enfouissement des déchets urbains solides

Les valeurs de k utilisées pour estimer les émissions des décharges ont été choisies par Levelton (1991) parmi la gamme des estimations des valeurs de k pour chaque province et elles sont répertoriées au Tableau B.1.

TABLEAU B3-1 VALEURS DE K

Province	k
Colombie-Britannique	0,028
Alberta	0,006
Saskatchewan	0,006
Manitoba	0,006
Ontario	0,024
Québec	0,024
Nouveau-Brunswick	0,011
Île-du-Prince-Édouard	0,011
Nouvelle-Écosse	0,011
Terre-Neuve	0,011
Territoires du Nord-Ouest	0,003
Yukon	0,003

Source: Levelton 1991

Lieux d'enfouissement des déchets du bois

Une seule valeur de k a été choisie pour représenter tous les lieux d'enfouissement de déchets du bois au Canada. La Colombie-Britannique, le Québec, l'Alberta et l'Ontario sont à l'origine de l'enfouissement de 93 p. 100 de tous les déchets du bois au Canada (RNCAN, 1997). La plus petite valeur de k octroyée pour chacune de ces quatre provinces était de 0,01an-1 (Levelton, 1991). On a présumé que la plus petite valeur serait la plus appropriée puisque la cadence de biodégradation des déchets du bois est fort probablement plus lente que celle des autres types de déchets urbains solides organiques, tels que les déchets alimentaires et les déchets de papier. C'est dû à la quantité limitée des éléments nutritifs présents dans les déchets du bois, dont ont besoin les bactéries actives (Tchobanoglous, 1993).

Potentiel de production de méthane (L_0)

Lieux d'enfouissement des déchets urbains solides

Les valeurs de L_0 théoriques et mesurées vont de 4,4 à 194 kg de CH_4 par tonne de déchets (Pelt, 1998). Pour la période qui va de 1941 à 1989, une valeur de L_0 de 165 kg de CH_4 par tonne de déchets a été utilisée conformément aux avis de l'EPA aux É.-U. (Levelton, 1991). L'équation suivante a été utilisée pour calculer une valeur de L_0 à utiliser au cours de la période allant de 1990 à 1996 (Ortech, 1994).

$$L_0 = (M_c \cdot F_b \cdot S) / 2$$

où

M_c = tonnes de carbone par tonne de déchets enfouis

F_b = fraction biodégradable

S = coefficient stoechiométrique

La teneur en carbone (M_c) des déchets, sur une base sèche, correspond à une fraction des déchets enfouis et elle est répartie en deux catégories : le carbone biodégradable et le carbone réfractaire. Le carbone biodégradable est le carbone contenu dans les articles dégradables tels que la nourriture, le papier et les déchets du bois. Le carbone réfractaire est le carbone contenu dans les articles tels que le plastique qui se dégrade très lentement et ne se prête donc pas à la production de gaz à effet de serre (GES). La fraction biodégradable (F_b) a été déterminée en divisant le carbone biodégradable par le volume de carbone total. Le coefficient stoechiométrique de l'équation ci-dessus pour le méthane est 16/12, soit le rapport entre la masse moléculaire de méthane et le carbone. Le produit de ces trois variables est divisé par deux puisqu'on présume que 50 p. 100 du gaz produit sera du méthane et l'autre moitié du dioxyde de carbone (Pelt, 1998). En se fondant sur ces considérations, un L_0 de 117 kg de CH_4 par tonne de déchets a été calculé. Au fur et à mesure que les pratiques d'enfouissement au Canada évolueront, la valeur de L_0 sera ajustée pour en tenir compte.

Lieux d'enfouissement des déchets du bois

L'équation ci-dessus a été utilisée pour calculer une valeur de L_0 de 118 kg de CH_4 par tonne de déchets du bois; celle-ci est à son tour utilisée pour calculer les émissions des sites d'enfouissement des déchets du bois en application du modèle Scholl Canyon. Les données requises pour calculer cette valeur sont extraites des études de SEAFOR (1990) et de Paprican (1997), de la Base de données sur les résidus du bois de Ressources naturelles Canada (1997) et d'un document interne de l'ACPP (1998).

Bibliographie

Antler, Susan. *Composting Comes of Age, Highlights from a new Canada-wide Study*, Solid Waste & Recycling, p.12-17, octobre-novembre 1997.

B.H. Levelton & Associates. *Inventory Methane Emissions from Landfills in Canada*, préparé pour Environnement Canada, juin 1991.

Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME). Une réduction des déchets de 23 p. 100 de 1988 à 1994, www.mbnet.mb.ca/ccme/5eothertopics/5ec.html, 1998.

Environnement Canada. *Perspectives sur la gestion des déchets solides au Canada, Évaluation des aspects physiques, économiques et énergétiques de la gestion des déchets solides au*

Canada, Volume 1 ; rédigé par Resource Integration System Ltd, août 1996.

GIEC. *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*, vol. 1, 1995.

GIEC. *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serres – versions révisée* 1996, vol. 3, Royaume-Uni, 1997.

Ressources naturelles Canada. Wood residue data base, 1997.

Ortech International. *Inventory Methods Manual for Estimating Canadian Emissions of Greenhouse Gases*, préparé pour Environnement Canada, 1994.

Pelt, R. et al. *User's Manual Landfill Gas Emissions Model*, version 2.0. Préparé pour le Control Technology Centre, U.S. Environmental Protection Agency et le U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development, 1998.

Reid, I.D. *Solid Residues Generation and Management at Canadian Pulp and Paper Mills in 1994 and 1995*, 83^e réunion annuelle, Section technique, Association canadienne des pâtes et papiers, p. A81-A84.

SEAFOR. *British Columbia Forest Industry Mill Residues for Calendar Year 1989*. Préparé pour le Ministry of Forests Mill Residue Task Force, mai 1990.

Statistique Canada. *Statistiques démographiques annuelles*, publication 91-213-XPB, Ottawa, 1998.

Tchobanoglous, G., Tehisen, H. et Vigil, S. *Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues*, McGraw Hill, New York, 1993.

Inventaire national des ouvrages municipaux d'approvisionnement en eau potable et d'évacuation des eaux usées au Canada (MUNDAT), 1981.

Méthodes appliquées aux émissions fugitives produites en 1997 par le secteur amont des industries pétrolières et gazières classiques

La méthode d'estimation des émissions fugitives produites en 1997 par le secteur amont des industries pétrolières et gazières classiques diffère de celle qui a été utilisée pour la période allant de 1990 à 1996. Les données relatives aux émissions de 1996 ont été extrapolées à partir des fluctuations du niveau de production qui se sont produites entre 1996 et 1997. On continuera à appliquer cette méthode jusqu'à ce qu'une nouvelle étude, allant dans le sens des travaux de Clearstone (Picard et Ross, 1998) soit menée à bien dans l'avenir. Les données utilisées comme base d'extrapolation sont présentées au Tableau B4-1. Les émissions fugitives du champ pétrolifère Hybernia, récemment exploité, n'ont pas été estimées, mais on présume qu'elles ont été relativement minimes en 1997. Les émissions estimées figurent dans les tableaux nationaux et provinciaux, sous la rubrique Énergie – émissions fugitives de pétrole et de gaz. (À noter que cette catégorie inclut également une modeste contribution du secteur amont des industries pétrolières et gazières non classiques, évaluée au moyen des méthodes utilisées pour la période 1990-1996.)

Bibliographie

Statistique Canada, *Production de pétrole brut et de gaz naturel*, publication n° 26-006, 1990-1997, annuel.

Statistique Canada, *Services de gaz : réseaux de transport et de distribution*, publication n° 57-205, 1990-1997, annuel.

Picard, D.J., Ross B.D. et Koon D.W.H. *A Detailed Inventory of Methane and VOC Emissions from Upstream Oil and Gas Operations in Alberta*, volumes 1, 2 et 3, préparé pour l'Association pétrolière du Canada, Calgary, Alberta, mars 1992.

TABLEAU B4-1 DONNÉES UTILISÉES POUR
EXTRAPOLER LES
ÉMISSIONS DE 1997

Activités	Données d'extrapolation
Torchage	Nouvelle production brute de gaz naturel (StatCan 26-006)
CO ₂ brut	Absorptions nettes de gaz naturel (StatCan 26-006)
Forage de puits de pétrole et de gaz	Constant aux niveaux de 1996 ⁽²⁾
Entretien de puits de pétrole et de gaz	Constant aux niveaux de 1996 ⁽²⁾
Production de gaz naturel	Nouvelle production brute de gaz naturel (StatCan 26-006)
Production de pétrole léger et moyen	Production totale de pétrole brut léger et moyen (StatCan 26-006)
Production de pétrole lourd	Production totale de pétrole lourd (StatCan 26-006)
Production de bitume brut	Production totale de bitume brut (StatCan 26-006)
Transformation du gaz naturel	Absorptions nette de gaz naturel (StatCan 26-006)
Transport du gaz naturel	Longueur de l'oléoduc servant au transport du gaz naturel (StatCan 26-006)
Transport de produits liquides	Constant aux niveaux de 1996 ⁽²⁾
Accidents et déficiences de l'équipement	Constant aux niveaux de 1995 ⁽¹⁾
Événements de gaine et migration des gaz	Constant aux niveaux de 1996 ⁽²⁾

(1) les niveaux de 1995 ont été utilisés parce qu'il y a eu deux incidents hors de l'ordinaire en 1996.

(2) présumé constant puisque la source est relativement petite et que les données pertinentes ne sont pas faciles à obtenir.



Coefficients d'émission

Les onze tableaux suivants présentent un résumé de tous les coefficients d'émission (et de leurs sources) utilisés pour calculer les émissions de gaz à effet de serre au Canada, à l'exclusion des émissions qui ont été évaluées par des entreprises ou au moyen d'un modèle numérique.

TABLEAU C1 — ENERGIE : SOURCES DE COMBUSTION FIXES – COMBUSTIBLES GAZEUX

Combustible	Usage	CO ₂ g / m ³ comb.	CH ₄ g / m ³ comb.	N ₂ O g / m ³ comb.
Gaz naturel	Chaudière de centrale électrique	1 880	0,0048	0,02
	Chaudière industrielle	1 880	0,048	0,02
	Chaudière commerciale	1 880	0,043	0,02
	Chaudière domestique			
	Appareil de chauffage	1 880	0,043	0,02
	Autre	1 880	0,043	0,02

g/l HFO* éq. g/l HFO* éq. g/l HFO* éq.

Gaz (de distillation) de raffinage	Énergie industrielle	2 000	-	0,00002
------------------------------------	----------------------	-------	---	---------

*ML = Équivalent du mazout lourd (en termes énergétiques)

Bibliographie :

Coefficients d'émission de CO₂ : *Natural Gas* – Marland et Rotty, 1983, Refinery Fuel Gas – ibid.

Coefficients d'émission de CH₄ : *Natural Gas* – U.S. EPA, 1985.

Coefficients d'émission de N₂O : *AI* – Association canadienne de l'électricité/CANMET, 1993; U.S. EPA, 1989.

TABLEAU C2 — ENERGIE : SOURCES DE COMBUSTION FIXES – COMBUSTIBLES LIQUIDES DU PETROLE

Combustible	Usage	CO ₂ g / l comb.	CH ₄ g / l comb.	N ₂ O g / l comb.
Pétrole léger (distillat)	Chaudière de centrale électrique	2 830	0,006	0,013
	Chaudière industrielle	2 830	0,006	0,013
	Chaudière commerciale	2 830	0,026	0,013
	Chaudière domestique	2 830	0,214	0,006
	Autre	2 830	0,026	0,013
Pétrole lourd (résiduaire)	Chaudière de centrale électrique	3 090	0,03	0,013
	Chaudière industrielle	3 090	0,12	0,013
	Chaudière commerciale	3 090	0,06	0,013
	Autre	3 090	0,06	0,013
Diesel	Moteur d'entraînement	2 730	0,26	0,40
	Propane : énergie	1 530	0,03	-
	Butane : énergie	1 780	0,03	-
Liquides du gaz naturel	Éthane : énergie	1 110	0,03	-

TABLEAU C3 — ENERGIE : SOURCES DE COMBUSTION FIXES – COMBUSTIBLES SOLIDES DU PETROLE

Combustible	Usage	CO ₂ g / l comb.	CH ₄ g / l comb.	N ₂ O g / l comb.
Liquide dérivé du coke de pétrole	Énergie, applications du coke	4 200	0,12	-
Coke de pétrole du cracker catalytique	Énergie, applications du coke	3 800	-	-

Bibliographie :

Coefficients d'émission de CO₂ :

Distillants légers et lourds, diesel – Jacques, 1992, *Liquides du gaz naturel* – dérivation présumant qu'il existe des combustibles purs, une oxydation à 100 p. 100 et des données sur la densité, Institute of Petroleum, 1973, Perry et Chilton, 1973, au sens de Jacques, 1992.

Coefficients d'émission de CH₄ :

Distillants légers et lourds, Liquides du gaz naturel – U.S. EPA, 1985 (arrondissement appliqué aux chaudières commerciales qui consomment du pétrole lourd). Diesel – U.S. EPA, 1985, NAPAP, 1987, OCDE, 1991.

Coefficients d'émission de N₂O :

Diesel – De Soete, 1989; Prigent et De Soete, 1989; Prigent et al., 1991. *Light and Heavy Distillates* – U.S. EPA, 1996.

TABLEAU C4 — ENERGIE : SOURCES DE COMBUSTION FIXES – COMBUSTIBLES DE HOUILLE, PARTIE 1

Emplacement	Type de charbon	Usage	CO ₂ g / kg comb.
Nouveau-Brunswick	Forte volatilité	Énergie électrique	
	Bitumineux	Production d'électricité	2 230
Nouvelle-Écosse	Forte volatilité	Énergie électrique	
	Bitumineux	Production d'électricité	2 300
Québec	É.-U., volatilité moy.	Énergie électrique	
	Bitumineux	Production d'électricité	2 500
	Anthracite	Énergie électrique	
		Production d'électricité	2 390
Ontario	Lignite	Énergie électrique	
		Production d'électricité	1 490
	Volatilité faible	Énergie électrique	
	Bitumineux	Production d'électricité	2 520
	É.-U., volatilité moy.	Énergie électrique	
	Bitumineux	Production d'électricité	2 500
Saskatchewan	É.-U., volatilité moy.	Acidités intégrées	2 460
	Bitumineux		
	Lignite	Énergie électrique	
		Production d'électricité	1 340
Alberta	Sous-bitumineux	Énergie électrique	
		Production d'électricité	1 740
	Volatilité faible	Énergie électrique	
Colombie-Britannique	Bitumineux	Production d'électricité	1 700
Canada	Volatilité faible	Énergie électrique	
	Bitumineux	Production d'électricité	1 700
	Coke	Combustion générale	
		Quand la production de coke a lieu hors site	2 480

TABLEAU C5 — ENERGIE : SOURCES DE
COMBUSTION FIXES - COMBUSTIBLES
DE HOUILLE. PARTIE 2

Usage (tous les types de charbon, toutes les provinces)	CH ₄ g / kg comb.	N ₂ O g / kg comb.
Chaudières de centrale électrique classiques	0,015	0,05
Systèmes de combustion à lit fluidisé	0,015	2,11
Chaudières industrielles classiques		
Systèmes commerciaux et autres systèmes de chauffage	0,015	0,11

Bibliographie :

Coefficients d'émission de CO₂ : Jaques, 1992; Lauer, 1991.Coefficients d'émission de CH₄ : U.S. EPA, 1985 (moyenne).Coefficients d'émission de N₂O : Association canadienne d'électricité/CANMET, 1990; U.S. EPA, 1989.

TABLEAU C6a — ENERGIE : TRANSPORTS -
SOURCES TERRESTRES NON FERROVIAIRES

Carburant	Usage	CO ₂ g / l comb.	CH ₄ g / l comb.	N ₂ O g / l comb.
Transport routier				
Essence à moteur	Automobiles à essence			
	Convertisseur catalytique perfectionné à trois voies (niveau 0)	2 360	0,25	0,21
	Convertisseur catalytique primitif à trois voies (niveau 1, neuf)	2 360	0,32	0,25
	Convertisseur catalytique primitif à trois voies (niveau 1, usagé)	2 360	0,32	0,58
	Catalyseur d'oxydation	2 360	0,42	0,20
	Système non catalytique	2 360	0,52	0,046
	Camions légers à essence			
	Convertisseur catalytique perfectionné à trois voies	2 360	0,19	0,39
	Convertisseur catalytique primitif à trois voies (neuf)	2 360	0,41	0,45
	Convertisseur catalytique primitif à trois voies (usagé)	2 360	0,41	1,00
	Catalyseur d'oxydation	2 360	0,44	0,20
	Système non catalytique	2 360	0,29	0,046
	Véhicules utilitaires lourds à essence			
	Convertisseur catalytique à trois voies	2 360	0,17	1,00
	Système dépolluant non catalytique	2 360	0,29	0,046
	Aucun système dépolluant	2 360	0,49	0,046
Carburant diesel	Motocyclettes			
	Système dépolluant non catalytique	2 360	1,4	0,046
	Aucun système dépolluant	2 360	2,3	0,046
	Automobiles à moteur diesel			
	Système dépolluant perfectionné	2 730	0,05	0,1
	Système dépolluant d'efficacité moyenne	2 730	0,07	0,1
	Aucun système dépolluant	2 730	0,10	0,1
	Camions légers			
	Système dépolluant perfectionné	2 730	0,07	0,1
	Système dépolluant d'efficacité moyenne	2 730	0,07	0,1
	Aucun système dépolluant	2 730	0,07	0,1
	Véhicules utilitaires lourds			
	Système dépolluant perfectionné	2 730	0,12	0,1
	Système dépolluant d'efficacité moyenne	2 730	0,13	0,1
	Aucun système dépolluant	2 730	0,15	0,1
Gaz naturel	Véhicules au gaz naturel	2	0,022	0,00006
Propane	Autres véhicules alimentés au diesel	1 530	0,70	0,09
Véhicules tout-terrain				
Essence	Autres véhicules à essence	2 360	3	0,06
Diesel	Autres véhicules à moteur diesel	2 730	0,14	1,1

TABLEAU C6b — ENERGIE : TRANSPORTS -
SOURCES FERROVIAIRES ET NON TERRESTRES

Carburant	Usage	CO ₂ g / l comb.	CH ₄ g / l comb.	N ₂ O g / l comb.
Transport ferroviaire				
Diesel	Trains	2 730	0,15	1,1
Transport maritime				
Essence	Bateaux	2 360	1,3	0,06
Diesel	Navires	2 730	0,15	1,00
Pétrole léger (distillat)	Navires	2 830	0,3	0,07
Pétrole lourd (résiduaire)	Navires	3 090	0,3	0,08
Transport aérien				
Aviation (essence)	Aéronef classique	2 330	2,19	0,23
Aviation (turbo)	Jet	2 550	0,08	0,25

Bibliographie

Coefficients d'émission de CO₂

Jaques 1992. Propane : Propane: Derivation assuming pure fuel, 100% oxidation.

Coefficients d'émission de CH₄

Véhicules routiers

Natural Gas, Propane - Based on U.S. uncontrolled vehicles; Gasoline and Diesel - average values used; All CH₄ Values for Road Vehicles - GIEC/OCDE/AIE, 1997.

Véhicules tout-terrain

terrestres non ferroviaires

Andrias et al. (1994), conformément à GIEC/OCDE/AIE, 1997; densité des combustibles - Statistique Canada, 57-003.

Transport ferroviaire (diesel)

Andrias et al. (1994), conformément à GIEC/OCDE/AIE, 1997; densité des combustibles - Statistique Canada, 57-003.

Transport maritime

Gasoline and Diesel - Andrias et al. 1994. Conformément à GIEC/OCDE/AIE, 1997; densité des combustibles - Statistique Canada, 57-003; Mazouts légères et lourds - Classification de la Lloyd, 1995, conformément à GIEC/OCDE/AIE, 1996; densité des combustibles - Statistique Canada 57-003; HHV to LHV conversion - GIEC/OCDE/AIE, 1997.

Transport aérien

U.S. EPA (1985), NAPAA (1987), OCDE, 1991. Density information - Institute of Petroleum, 1973; Perry et Chilton, 1973; Jaques, 1992.

Coefficients d'émission de N₂O

Véhicules routiers à essence

Tier 1 LDGA & LDGT - H. Michaels, 1998. Tier 0 LDGA & LDGT - Barton & Simpson, 1994; Ratio aged to new - DeSoete, 1989. Oxidation & Non-Catalyst LDGA and LDGT - H. Michaels, 1998; HDGV, Three-Way Catalyst - Barton and Simpson, 1994; HDGV, Non Catalytic and Uncontrolled - H. Michaels, 1998; Motorcycles - H. Michaels, 1998.

Véhicules routiers

au diesel

LDDT, - Dietzman et al. 1980 et De Soete, 1989. Fuel efficiencies conversions - U.S. EPA élaboré par Engine, Fuel and Emissions Engineering Inc., 1996. LDDA, HDDV - on présume des valeurs identiques à celles des LDDT.

Véhicules coutiers au gaz naturel et aux propane

Heath, et al., CERI, 1996.

Véhicules terrestres

tout-terrain

(transport non ferroviaire)

Andrias et al., 1994. Conformément à GIEC/OCDE/AIE, 1997; densité des combustibles - Statistique Canada, 57-003, Bulletin trimestriel.

Transport par rail (diesel)

Andrias et al. 1994. Conformément à GIEC/OCDE/AIE, 1997; densité des combustibles - Statistique Canada, 57-003, Bulletin trimestriel.

Transport maritime

Gasoline and Diesel - Andrias et al. 1994, conformément à GIEC/OCDE/AIE, 1997; densité des combustibles - Statistique Canada, 57-003, Bulletin trimestriel; Mazouts légères et lourds - Lloyd's Register, 1985, conformément à GIEC/OCDE/AIE, 1997; densité des combustibles - Statistique Canada, 57-003, Bulletin trimestriel; HHV to LHV conversion - GIEC/OCDE/AIE, 1997.

Transport aérien

De Soete, 1989; Prigent et De Soete, 1989; Prigent et al. 1991. Density information - Institute of Petroleum, 1973, Perry et Chilton, 1973; au sens de Jaques, 1992.

TABLEAU C7 SOURCES DES PROCÉDÉS INDUSTRIELS

Source	Description	CO ₂ g / kg prod. utilisé	N ₂ O	CF ₄	C ₂ F ₆
Utilisation de minéraux					
Utilisation de calcaire	Dans le fer et l'acier, le verre, la production de métal non ferreux				
Utilisation de bicarbonate de soude	Dans la fabrication du verre	440	-	-	-
		415	-	-	-
g / kg de produit					
Produits minéraux					
Production de ciment	Calcination du calcaire	500	-	-	-
Production de chaux	Calcination du calcaire	790	-	-	-
Industrie chimique					
Production d'ammoniac	Du gaz naturel	1 600	-	-	-
Fabrique de métal					
Aluminium primaire	Électrolyse	(1,54-1,83)	-	(0,3-1,1)	(0,02-0,1)

Bibliographie :

Coefficients d'émission de CO₂ :

Limestone Use - ORTECH, 1994, Soda Ash Use - DOE/AIE, 1993; Lime Production - ORTECH, 1991, Cement Production - Orchard, 1973; Jaques, 1992, Ammonia Production - Industrial Chemicals, 1980; Jaques, 1992; Primary Aluminum - ORTECH, 1994 (les coefficients d'émission varient selon la technique utilisée).

Coefficients d'émission de CH₄ :

Adipic Acid Production - Thiemens et Trogler, 1991.

Coefficients d'émission de N₂O :

Primary Aluminum Production - Unisearch Associates, 1994, adapté par Environnement Canada; les coefficients d'émission varient selon la technique utilisée.

TABLEAU C8 PRODUITS NON-ÉNERGETIQUES À BASE D'HYDROCARBURES

Description	CO ₂ g / l
Utilisation d'éthane	222
Utilisation de butane	352
Utilisation de propane	306
Utilisation d'un distillat pétrochimique pour les matières premières	500
Naphte utilisé pour divers produits	625
Pétrole utilisé pour les lubrifiants	1 410
Pétrole utilisé pour d'autres produits	1 450
	t / m³
Utilisation du gaz naturel pour les produits chimiques	1 260

Bibliographie :

Coefficients d'émission de CO₂ : GIEC/OCDE/AIE, 1997

TABLEAU C9 SOURCES D'ÉMISSIONS DES SOLVANTS ET AUTRES PRODUITS

Produit	Application	CO ₂ g / capita	CH ₄ g / capita	N ₂ O g / capita
Utilisation d'oxyde nitreux	Usage comme anesthésique	-	-	46,2
	Usage comme agent propulseur	-	-	2,38

Bibliographie :

N₂O Emission Factors: Anaesthetic Usage - Fettes, 1994.

TABLEAU C10 COEFFICIENTS D'ÉMISSION ET DE SEQUESTRATION DE LA BIOMASSE

Source/Puits	Description	CO ₂ g / kg comb.	CH ₄ g / kg comb.	N ₂ O g / kg comb.
Combustibles du bois				
Déchets du bois	Combustion industrielle	1 500	0,15	0,16
Feux d'origine naturelle	Combustion à l'air libre	1 630	3,0	0,24
Feux dirigés	Combustion à l'air libre	1 620	6,2	0,25
Liqueur résiduaire	Combustion industrielle	1 500	-	-
Poêles et foyers				
Poêles classiques	Combustion résidentielle	1 500	15	0,16
Foyers classiques	Combustion résidentielle	1 500	15	0,16
Foyers avec unité encastrée (système antipollution non catalytique)	Combustion résidentielle	1 500	8	0,16
Foyers avec unité encastrée (système antipollution catalytique)	Combustion résidentielle	1 500	5,8	0,16
Autre équipement de combustion du bois	Combustion résidentielle	1 500	15	0,16

Remarque : Les émissions de CO₂ de diverses sources de biomasse ne sont pas incluses dans les totaux d'inventaire. Les émissions pour le CH₄ et le N₂O sont inventoriées sous la rubrique Énergie, sauf pour les feux d'origine naturelle et les brûlages dirigés qui sont signalés sous la rubrique Changement d'affectation des terres et forestière.

Bibliographie :

Coefficients d'émission de CO₂ :

Wood Fuel/Wood Waste - U.S. EPA (1996); Accidental Forest Fires and Prescribed Burns - Taylor (1996).

Coefficients d'émission de CH₄ :

Wood Fuel/Wood Waste - U.S. EPA (1996); Accidental Forest Fires and Prescribed Burns - Taylor (1996).

Coefficients d'émission de N₂O :

Wood Fuel/Wood Waste - Rosland et Steen (1990); Radke et al. (1991); Accidental Forest Fires and Prescribed Burns - Taylor (1996).

Bibliographie

Association canadienne d'électricité/CANMET. *Final Draft of Report Measuring Emissions from Canadian Utilities*, 1990.

Barton P., Simpson, J. *The Effects of Aged Catalysts and Cold Ambient Temperatures on Nitrous Oxide Emissions*, rapport MSD n° 94-21 (non publié), Environnement Canada, 1995.

Department of Energy/Energy Information Administration (DOE/AIE), *Emissions of Greenhouse Gases in the United States, 1985-1990*, Report number DOE/AIE - 0573, Energy Information Administration, Washington, 1993.

- De Soete, G. *Updated Evaluation of Nitrous Oxide Emissions from Industrial Fossil Fuel Combustion*, ébauche du rapport final préparé pour la Communauté européenne de l'énergie atomique, Institut français du pétrole, réf. 37-559, 1989.
- Dietsmann, H.E., Parness M.A. et Bradow, R.L. *Emissions from Trucks by Chassis Version of 1983 Transient Procedure*. SAE Paper 801371, 1980.
- Fettes, E. Communication entre Senes Consultants et Puritan-Bennett, février 1994. Heath, M.D., Golosinski, C., Raggett, D. et Quinn, D. *Alternative Transportation Fuels in Canada: Prospects and Policies*, Canadian Energy Research Institute, Calgary, 1996.
- GIEC/OCDE/AIE (1997). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*, GIEC, Londres, R.-U., 1997.
- Institute of Petroleum, Grande-Bretagne. *Modern Petroleum Technology*, Fourth Edition, G.B. Hobson et W. Pohl, (dir.), Applied Science Publishers, Barking, R.-U., 1973.
- Jaques, A.P. *Estimation des émissions provoquant l'effet de serre au Canada en 1990*, Rapport SPE 5/AP/4, décembre 1992.
- Lauer, E. *Memorandum to Ad Hoc Committee on Emission Factors*, Énergie, Mines et Ressources, Ottawa, 1990.
- Marland, G. et Rotty, R.M. *Carbon Dioxide Emissions from Fossil Fuels: A Procedure for Estimation and Results for 1951-1981*, Carbon Dioxide Research Division, Office of Energy Research, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee, DOE/NBB-0036 TR-003, 1983.
- Michaels, H. *Emissions of Nitrous Oxide from Highway Mobile Sources - Comments on the Draft Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks, 1990-1996* (mars 1998); United States Environmental Protection Agency, Office of Mobile Sources, EPA420-R-98-009, août 1998.
- OCDE. *Estimation of Greenhouse Gas Emissions and Sinks*, rapport final de l'OCDE, Paris, 1991.
- Orchard, D.F. *Concrete Technology*, vol. 1, Applied Science Publishers Ltd., Londres (R.-U.), 1973.
- ORTECH International, 1994. *Inventory Methods Manual for Estimating Canadian Emissions of Greenhouse Gases*, rapport préparé pour Environnement Canada, Division des émissions de gaz à effet de serre, Ottawa, 1994.
- ORTECH International. *Compilation of an Ontario Gridded Carbon Dioxide and Nitrous Oxide Emission Inventory*, rapport P-91-50-6436/OG, préparé pour le ministère de l'Environnement de l'Ontario, 1991.
- Perry, R.H. et Chilton, C.H. *Chemical Engineer's Handbook*, cinquième édition, McGraw-Hill, New York, 1973.
- Prigent, M. et De Soete, G. *Nitrous Oxide (N₂O) in Engine Exhaust Gases - A First Appraisal of Catalyst Impact*, Society of Automotive Engineers, Technical Paper Series 890492, 1989.
- Prigent, M., De Soete, G. et Doziere, R. "The Effect of Aging On Nitrous Oxide (N₂O) Formation by Automotive Three-Way Catalysts", dans *Catalysis and Automotive Pollution Control*, vol. II, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Pays-Bas, 1991.
- Radke, L.F., D.A. Hegg, P.V. Hobbs, J.D. Nance, J.H. Lyons, K.K. Laursen, R.E. Weiss, P.J. Riggan et D.E. Ward. "Particulate and Trace Gas Emissions from Large Biomass Fires in North America", dans *Global Biomass Burning: Atmospheric Climatic and Biospheric Implications*, J.S. Levine (dir.), Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 1991.
- Rosland, A. et Steen, M. *Klimgass-Regnskap For Norge*, Statens Forurensningstilsyn, Oslo, Norvège, 1990.
- Statistique Canada. *Bulletin trimestriel-disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, publication n° 57-003, Gouvernement du Canada, Ottawa, 1990-1995.
- Taylor, S.W. et K.L. Sherman, 1996. *Biomass Consumption and Smoke Emissions from Contemporary and Prehistoric Wildland Fires and British Columbia*, rapport n° 249 préparé par le Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Pacifique, dans le cadre de l'EMVRF, mars 1996.
- Thiemens, M.C. et Trogler, U.C. "Nylon Production: an Unknown Source of Atmospheric Nitrous Oxide" dans *Science*, 251, p. 932-934, 1991.
- Unisearch Associates. *Measurements of CF₄ and C₂F₆ in the Emissions from Canadian Aluminum Smelters by Tunable Diode Absorption Laser Spectroscopy*, rapport à la Canadian Aluminum Association, avril 1994. Également présenté à l'atelier sur les hydrocarbures perfluorés, Londres, mars 1994.
- U.S. EPA. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, volume 1, Stationary Point and Area Sources*, U.S. Environmental Protection Agency, AP42, 4e édition, 1985.
- U.S. EPA. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, vol. 1, Stationary Point and Area Sources*, U.S. Environmental Protection Agency, AP-42, cinquième édition, « Supplément B », janvier 1996.
- U.S. EPA, EPA/IPF. *European Workshop on the Emission of Nitrous Oxide from Fuel Combustion* (Rueil-Malmaison, France), préparé par Air and Energy Engineering Research, Research Triangle Park, Raleigh, Caroline du Nord, rapport n° EPA-600/9-89-089, 1989.
- U.S. EPA. *National Acidic Precipitation and Assessment Program (NAPAP). Criteria Pollutant Emission Factors for the 1985 NAPAP Emissions Inventory*, EPA/600/7-87/015, 1987.
- W.L. Faith, D.B. Keyes et R.L. Clark (dir.). "Industrial Chemicals", 3^e édition, Wiley and Sons, New York, 1980.

Incertitude

L'inexactitude est l'un des principaux écueils des inventaires d'émissions. Bien que les causes de l'incertitude soient multiples, les suivantes jouent un rôle prépondérant :

- différences dans l'interprétation de la définition des catégories de sources et de puits, des hypothèses, des unités, etc.;
- manque de pertinence et d'exactitude des données portant sur l'activité socio-économique qui servent à l'élaboration des estimations d'émissions;
- application des coefficients d'émission à des situations et conditions auxquelles ils ne s'appliquent pas;
- incertitude empirique réelle des données résultant de la mesure des émissions et des processus provoquant ces émissions.

En 1994, Environnement Canada a mené une étude sur les incertitudes affectant les estimations des gaz à effet de serre produits au Canada. Cette étude a abouti à une évaluation quantitative de la fiabilité des données de l'inventaire de 1990, telles que répertoriées à l'époque. Un examen approfondi de la méthodologie utilisée pour en arriver aux degrés d'incertitude n'est pas fourni dans ce rapport et les lecteurs sont renvoyés, pour plus de détails, à l'étude originale.¹ Les incertitudes ont été principalement dérivées d'un modèle stochastique et ont été estimées à environ 4 p. 100 pour le dioxyde de carbone, 30 p. 100 pour le méthane et 40 p. 100 pour l'oxyde nitreux. Il faut noter que le degré d'incertitude, par secteur, peut être encore plus grand. Par ailleurs, pour ce qui est des inventaires, les niveaux d'incertitude associées au dioxyde de carbone, qui domine dans tous les inventaires de gaz à effet de serre, sont très bas.

Estimations de l'incertitude – Méthodes et résultats

En raison du caractère parfois asymétrique de la courbe de distribution des estimations des intervalles d'incertitude, les experts ont dû faire appel aux simulations par ordinateur du modèle stochastique de Monte-Carlo pour calculer, pour chacun des gaz, le niveau d'incertitude des estimations des émissions, sectorielles ou générales. Plus de 100 000 itérations se sont avérées nécessaires pour produire des intervalles d'incertitude à un seuil de confiance variant entre 85 et 95 p. 100. Même si ces coefficients d'incertitude ont été calculés pour l'inventaire de 1990, un grand nombre de sources de données et de taux d'émissions sont restés

constants, tout comme les méthodes utilisées pour estimer les émissions, de sorte qu'il semble raisonnable de présumer que les degrés d'incertitude des émissions de dioxyde de carbone et de méthane n'ont pas fluctué de façon significative.

Le Tableau D-1 présente un résumé des incertitudes qui sont censées s'appliquer aux estimations de 1996. Il faut comprendre que ces données dénotent la fiabilité des méthodes d'estimation en vigueur. Elle ne peuvent être tenues pour une évaluation parfaite de l'exactitude de l'inventaire puisque la méthode d'établissement des incertitudes statistiques ne peut rendre compte des sources d'émissions imprévues. En outre, puisque les estimations de l'incertitude n'ont pas été mises à jour depuis 1994, certaines sources ne sont toujours pas prises en compte. Par exemple, les émissions de N₂O des sols agricoles (une source importante) sont actuellement estimées au moyen de nouvelles techniques et ne sont entachées d'aucune incertitude. En fait, la prolifération des nouvelles méthodes de calcul des émissions de N₂O a invalidé le niveau global d'incertitude attaché à leur estimation.

L'incertitude statistique réelle pour les émissions de HPF, de SF₆ et de HFC n'a pas encore été calculée. Les chercheurs canadiens indiquent que les émissions calculées de HPF ont un coefficient d'incertitude d'environ deux (Schiff, 1996). Puisque l'estimation du total des émissions de HPF représente une autre niveau d'extrapolation par rapport aux données mesurées, on présume qu'elle est encore moins certaine. L'estimation des émissions de SF₆ provenant de la fabrication du magnésium en fondée sur les données relatives à la consommation fournies par l'industrie, et on présume que le niveau de qualité est sensiblement plus élevé. Les méthodes utilisées pour estimer les HFC sont fondées sur des renseignements de sources très diverses et le niveau d'incertitude des estimations d'émission de ces gaz est considéré comme étant du même ordre que celui des HPF.

On peut faire quelques remarques de nature générale à propos du Tableau D-1. D'abord, le volume d'émissions pour lesquelles il n'existe aucune estimation du niveau d'incertitude représente environ 10 p. 100 de l'ensemble des gaz à effet de serre de l'inventaire. En général, les estimations les moins exactes ont trait au N₂O. Le degré d'incertitude de ces estimations tombe généralement dans la fourchette

¹ T.J. McCann & Associates, 1994

TABLEAU D-1 DEGRÉ D'INCERTITUDE DES ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE
AU CANADA PAR SOURCE

Source/Puits (anciennes catégories)	Estimation des émissions de 1996 kt éq. CO ₂	Incertainité ¹ +/- %	Qualité des estimations nationales ²	Part des émissions canadiennes en pourcentage d'équivalent CO ₂ %	Tendances des émissions canadiennes
Dioxyde de carbone (CO₂)					
Utilisation de combustibles fossiles	155 000	5-10	1	23	EN HAUSSE
Production d'électricité et de vapeur	100 000	5	1	15	EN HAUSSE
Consommation d'énergie par l'industrie	81 400	8	1	12	EN HAUSSE
Consommation d'énergie par les secteurs résidentiel et agricole	49 800	6-8	1	7	EN HAUSSE
Consommation d'énergie par le producteur	37 200	20	2	6	EN HAUSSE
Consommation d'énergie par les administrations publiques et commerciales	30 100	6-8	1	4	EN HAUSSE
Utilisations non énergétiques du pétrole	28 700	30	2	4	EN HAUSSE
Pipeline, utilisation de combustibles	12 100	10	1	2	EN HAUSSE
Production de ciment et de chaux (non énergétique)	5 530	10-15	2	1	VARIABLE
Production d'ammoniac et autre (non énergétique)	6 440	s/o	3	1	EN HAUSSE
Sols agricoles (non énergétique)*	2 000	s/o	3	0	EN BAISSÉ
Incinération des déchets solides municipaux	270	s/o	3	0	EN HAUSSE
Total du dioxyde de carbone (CO₂)	508 000	-4	1	76	EN HAUSSE
Méthane (CH₄)					
Secteur amont de l'industrie pétrolière et gazière (sans combustion)**	37 000	~30	2	6	EN HAUSSE
Sites d'enfouissement (non énergétiques)	20 000	30	2	3	EN HAUSSE
Fermentation entérique (non énergétique)	18 000	~20	2	3	EN HAUSSE
Traitement du fumier (non énergétique)	4 400	+50/-30	3	1	EN HAUSSE
Émissions fugitives des exploitations houillères**	1 800	+50/-30	3	0	EN BAISSÉ
Combustion de carburant**	570	40	2	0	EN HAUSSE
Épuration des eaux et compostage (non énergétique)*	390	s/o	3	0	EN HAUSSE
Combustion du bois et des déchets du bois*	5 400	s/o	3	1	EN HAUSSE
Feux dirigés*	900	s/o	3	0	EN BAISSÉ
Utilisation sectorielle de combustibles (sources fixes ³)**	64	40	2	0	EN HAUSSE
Production de vapeur et d'électricité**	20	~40	2	0	EN HAUSSE
Consommation d'énergie par le producteur**	16	~40	2	0	EN HAUSSE
Incinération des déchets municipaux*	6,9	s/o	2	0	EN BAISSÉ
Pipeline, utilisation de combustibles**	5,7	~40	2	0	EN HAUSSE
Total pour le méthane (CH₄)	90 000	~30	2	13	EN HAUSSE
Oxyde nitreux (N₂O)					
Sols agricoles (non énergétique)*	30 000	s/o	3	5	EN HAUSSE
Production d'acide adipique (non énergétique)	11 000	15	2	2	EN BAISSÉ
Combustion de carburant**	8 900	50	3	1	EN HAUSSE
Traitement du fumier (non énergétique)*	4 600	s/o	3	1	EN HAUSSE
Combustion du bois et des déchets du bois*	1 500	s/o	3	0	EN HAUSSE
Utilisation sectorielle de combustibles (sources fixes)**	1 100	50	3	0	EN HAUSSE
Feux dirigés (changement d'affectation des terres et foresterie)*	900	s/o	3	0	EN BAISSÉ
Traitement des eaux usées (non énergétique)*	940	s/o	3	0	EN HAUSSE
Production d'acide nitrique (non énergétique)	1 000	60	3	0	INCHANGÉ
Anesthésiques et agents propulseurs (non énergétique)	450	+100/-50	3	0	EN HAUSSE
Incinération des déchets solides municipaux*	58	s/o	3	0	EN HAUSSE
Pipeline, utilisation de combustibles**	39	~50	3	0	EN HAUSSE
Total pour l'oxyde nitreux (N₂O)	66 000	s/o	3	10	EN HAUSSE
Hydrocarbures perfluorés (HPF)					
Fabrication d'aluminium (non énergétique)*	6 000	s/o	3	1	EN BAISSÉ
Hexafluorure de soufre (SF₆)					
Fabrication de magnésium (non énergétique)*	1 400	s/o	2	0	EN BAISSÉ
Hydrofluorocarbures (HFC)					
Utilisation comme réfrigérant et pour les mousses (non énergétique)*	500	s/o	3	0	INCHANGÉ
Total national (excluant le CO₂ provenant du changement d'affectation des terres et la foresterie)	671 000	s/o	1	100	EN HAUSSE

¹ L'incertitude a été précédemment estimée au niveau de +/- 4 % pour le CO₂, +/- 30 % pour le CH₄ et +/- 40 % pour le N₂O.

² Qualité des estimations nationales : Classe 1 = Jusqu'à 10 % d'incertitude; classe 2 = 10-50 % d'incertitude; classe 3 = au-dessus de 50 % d'incertitude.

³ Utilisation de combustibles pour les équipements fixes = Exploitation houillère, construction, secteur commercial et institutionnel.

* Puisqu'on a produit des estimations sur les niveaux d'incertitude, une nouvelle méthode a été adoptée pour évaluer les émissions de gaz à effet de serre à partir de cette source.

** La méthode a été revue et améliorée depuis que l'étude sur l'incertitude a été réalisée. Par conséquent, l'incertitude associée à cette source est présumée se situer à l'intérieur de la fourchette précédente.

S/O Le niveau chiffré d'incertitude n'est pas disponible et la qualité des données a été estimée.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Conversion des Catégories

Ancienne catégorie	Nouvelle catégorie
Dioxyde de carbone (CO₂) Utilisation de combustibles fossiles Production d'électricité et de vapeur Consommation d'énergie par l'industrie	Dioxyde de carbone (CO₂) = Transport (sauf pipeline) = Production d'électricité et de vapeur = Produits pétroliers de la portion Gaz naturel des Industries des combustibles solides, Industries manufacturières, Exploitation minière, Construction, Production de métaux ferreux et CO ₂ provenant de la fabrication d'aluminium et de magnésium = Résidentiel et autre = Industries des combustibles fossiles (sauf les Produits pétroliers du gaz naturel) = Commercial et institutionnel = Émissions fugitives du pétrole et du gaz et autres, et Production indifférenciée = Pipelines = Production de minéraux non métalliques (sauf l'Utilisation du bicarbonate de soude et du calcaire) = CO ₂ de la Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique. Portion provenant de la Production de minéraux non métalliques = Sols agricoles = Incinération des déchets
Consommation d'énergie dans les secteurs résidentiel et agricole Consommation d'énergie par le producteur	
Consommation d'énergie par les administrations publiques et commerciale	
Pipelines, utilisation de combustibles Production de ciment et de chaux (non énergétique)	
Production d'ammoniac et autre (non énergétique)	
Sols agricoles (non énergétique) Incinération des déchets municipaux solides	
Méthane CH₄ Secteur amont de l'industrie pétrolière (non énergétique) Sites d'enfouissement (non énergétique) Fermentation entérique (non énergétique) Traitement du fumier (non énergétique) Émissions fugitives des exploitations houillères	Méthane CH₄ = Émissions fugitives du pétrole et du gaz = Enfouissement des déchets solides = Fermentation entérique = Traitement du fumier = Émissions fugitives des combustibles solides (exploitation houillère) = Transport (sauf pipeline) = Épuration des eaux = Émissions de méthane résultant de la combustion du bois du Secteur résidentiel et manufacturier et du Changement d'affectation des terres et de la foresterie = Changement d'affectation des terres et foresterie = Résidentiel, Manufacturier, Exploitation minière, Construction, Commercial et institutionnel, et autre = Production d'électricité et de vapeur = Industries à base de combustibles fossiles = Incinération des déchets = Pipeline
Combustion de carburant Épuration des eaux et compostage (non énergétique) Combustion du bois et des déchets du bois	
Feux dirigés (changement d'affectation des terres et foresterie) Utilisation sectorielle de combustibles (sources fixes)	
Production de vapeur et d'électricité Consommation d'énergie par le producteur Incinération des déchets municipaux Pipelines, utilisation de combustibles	
Oxyde nitreux (N₂O) Sols agricoles (non énergétique) Production d'acide adipique (non énergétique)	Oxyde nitreux (N₂O) = Sols agricoles = Acide adipique de la Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique = Transport (sauf pipeline) = Traitement du fumier = Résidentiel et Manufacturier = Industries des combustibles fossiles, Production d'électricité et de vapeur, Exploitation minière, Construction, et autre (Utilisation de combustibles) = Feux dirigés résultant du Changement d'affectation des terres et de la foresterie = Traitement des eaux = Acide nitrique de la Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique = Utilisation de solvants et d'autres produits = Incinération des déchets = Pipelines
Combustion de carburant Traitement du fumier (non énergétique) Combustion du bois et des déchets du bois Utilisation sectorielle de combustibles (sources fixes)	
Feux dirigés (changement d'affectation des terres et foresterie)	
Traitement des eaux usées (non énergétique) Production d'acide nitrique (non énergétique)	
Anesthésiques et agents propulseurs (non énergétique) Incinération des déchets municipaux solides Pipelines, utilisation de combustibles	
Hydrocarbures perfluorés (HPF) Fabrication d'aluminium (non énergétique)	Hydrocarbures perfluorés (HPF) = Production d'aluminium et de magnésium
Hexafluorure de soufre (SF₆) Fabrication de magnésium (non énergétique)	Hexafluorure de soufre (SF₆) = Production d'aluminium et de magnésium
Hydrofluorocarbures (HFC) Utilisation comme réfrigérant et pour les mousses (non énergétique)	Hydrofluorocarbures (HFC) = Utilisation de solvants et d'autres produits

TABEAU D2 NOMBRE DE CHIFFRES SIGNIFICATIFS DES TABLEAUX SYNTHÈSES SUR LES GAZ À EFFET DE SERRE
en fonction du niveau d'incertitude des estimations d'émissions

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Total
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	3	2	2				3
Production d'électricité et de vapeur	3	2	2				3
Exploitation minière	3	2	2				3
Secteur manufacturier	3	2	2				3
Construction	3	2	2				3
Transport							
Automobiles à essence	3	2	2				3
Camions légers à essence	3	2	2				3
Véhicules utilitaires lourds à essence	3	2	2				3
Motocyclettes	3	2	2				3
Véhicules tout-terrain à essence	3	2	2				3
Automobiles à moteur diesel	3	2	2				3
Camions légers à moteur diesel	3	2	2				3
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	3	2	2				3
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	3	2	2				3
Véhicules au propane et au gaz naturel	3	2	2				3
Transport aérien intérieur	3	2	2				3
Transport maritime intérieur	3	2	2				3
Transport ferroviaire	3	2	2				3
Sous-total des véhicules	3	2	2				3
Pipelines	3	2	2				3
Sous-total des transports	3	2	2				3
Résidentiel	3	2	2				3
Commercial et institutionnel	3	2	2				3
Autre	3	2	2				3
Sous-total de la combustion	3	2	2				3
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		2					2
Pétrole et gaz	2	2					2
Sous-total des émissions fugitives	2	2					2
Total de l'énergie	3	2	2				3
Procédés Industriels							
Production de minéraux non métalliques	3						3
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	3		2				3
Production de métaux ferreux	3						3
Production d'aluminium et de magnésium	3				1	2	2
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	2						2
Total des procédés industriels	2		2		1	2	2
Utilisation de solvants et d'autres produits			2	1			1
Agriculture							
Fermentation entérique		2					2
Traitement du fumier		2	2				2
Sols agricoles	1		1				1
Total pour l'agriculture	1	2	2				2
Changement d'affectation des terres et foresterie		1	1				2
Déchets							
Enfouissement des déchets		2					2
Traitement des eaux usées		2	2				2
Incinération des déchets	2	2	2				2
Total des déchets	2	2	2				2
TOTAL	3	2	2	1	1	2	3
CO ₂ résultant du changement d'affectation des terres et de la foresterie	1						

de 50 p. 100 et plus. Néanmoins, environ les deux tiers de l'inventaire actuel de N_2O (soit environ 7 p. 100 des émissions canadiennes), n'ont pas fait l'objet d'une évaluation statistique.

Les sources d'émissions importantes, dont l'intervalle d'incertitude est élevé ou inconnu, constituent une grande source de préoccupation. Deux exemples s'imposent d'emblée. Les émissions de méthane du secteur amont de l'industrie pétrolière et gazière représentent environ 6 p. 100 de l'inventaire canadien et ont connu une augmentation rapide (plus de 40 %) entre 1990 et 1996. Avec un niveau d'incertitude calculé de 30 p. 100, cette source devrait faire l'objet de nouvelles études. Les émissions d'oxyde nitreux des sols agricoles en sont un deuxième exemple. L'incertitude statistique associée aux estimations n'a pas encore été établie, mais il existe des indices tendant à prouver que le niveau d'exactitude de cette incertitude ne dépasse guère un ordre de grandeur. Si on tient compte du fait que cette source représente 5 p. 100 de l'inventaire, on peut en conclure que d'autres recherches s'imposent dans ce secteur.

Nouvelles catégories de données

En vue d'assurer une meilleure correspondance avec la nouvelle version des Lignes directrices du GIEC 1996 (GIEC, OCDE, AIE, 1997), le Canada a modifié la présentation de ses tableaux d'inventaire (voir, par exemple, l'Annexe A). Cette nouvelle présentation reflète les secteurs et les catégories retenus par le GIEC. Malheureusement, les anciennes catégories de données (telles qu'elles figurent dans les précédents inventaires canadiens²) ne correspondent pas directement, ligne par ligne, aux articles des nouvelles tables. Pour permettre de comparer les anciennes et les nouvelles catégories de données, une série de conversions a été élaborée (voir le tableau ci-dessus).

Puisque l'estimation des degrés d'incertitude s'applique à une version antérieure de l'inventaire, elle ne vise que les anciennes catégories de données. Les conversions présentée dans le tableau-synthèse peuvent s'appliquer aux émissions, mais on n'a pas essayé de recalculer les degrés d'incertitude statistiques pour les nouvelles catégories. Les estimations de l'incertitude fournies ne peuvent donc s'appliquer sans erreur qu'aux catégories d'émissions pour lesquelles il existe une relation univoque entre les termes des deux catégories.

Protocole d'arrondissement

En vue d'offrir aux lecteurs certaines indications quant au niveau d'incertitude des estimations d'émissions, des coefficients approximatifs ont été élaborés pour les nouvelles catégories. La qualité des données est

reflétée par le nombre de chiffres significatifs appliqués à chaque émission. Le nombre de chiffres significatifs auquel chaque catégorie de source a été arrondie apparaît au Tableau D-2. Ces chiffres ont été déterminés à partir d'études empiriques (McCann, 1994), d'estimations des niveaux d'incertitude publiées (GIEC, 1997) et d'avis d'experts. En général, les intervalles d'incertitude suivants ont été utilisés pour déterminer l'arrondissement :

Un chiffre significatif : incertitude de plus de 50 p. 100

Deux chiffres significatifs : incertitude de 10 à 50 p. 100

Trois chiffres significatifs, moins de 10 p. 100
d'incertitude

Les intervalles d'incertitude énumérés ci-dessus ont été le plus souvent appliqués, mais pas toujours. Dans certains cas, les émissions dont le degré d'incertitude se situent en marge de l'intervalle établi, ont été présentées avec un nombre de chiffres significatifs supérieur à celui qui découlerait des intervalles énumérés ci-dessus. On a procédé ainsi pour maintenir une certaine homogénéité de données au sein d'un même secteur. Il convient de faire remarquer que les estimations des émissions des sols agricoles, des émissions de dioxyde de carbone provenant d'un changement d'affectation des terres et de la foresterie et que les émissions de HPF et de HFC sont caractérisées par un haut niveau d'incertitude (GIEC, 1997; Schiff, 1996). Par conséquent, on n'a utilisé qu'un seul chiffre significatif pour en faire état.

Tous les calculs, y compris les totaux des émissions, sont fondés sur des chiffres arrondis.

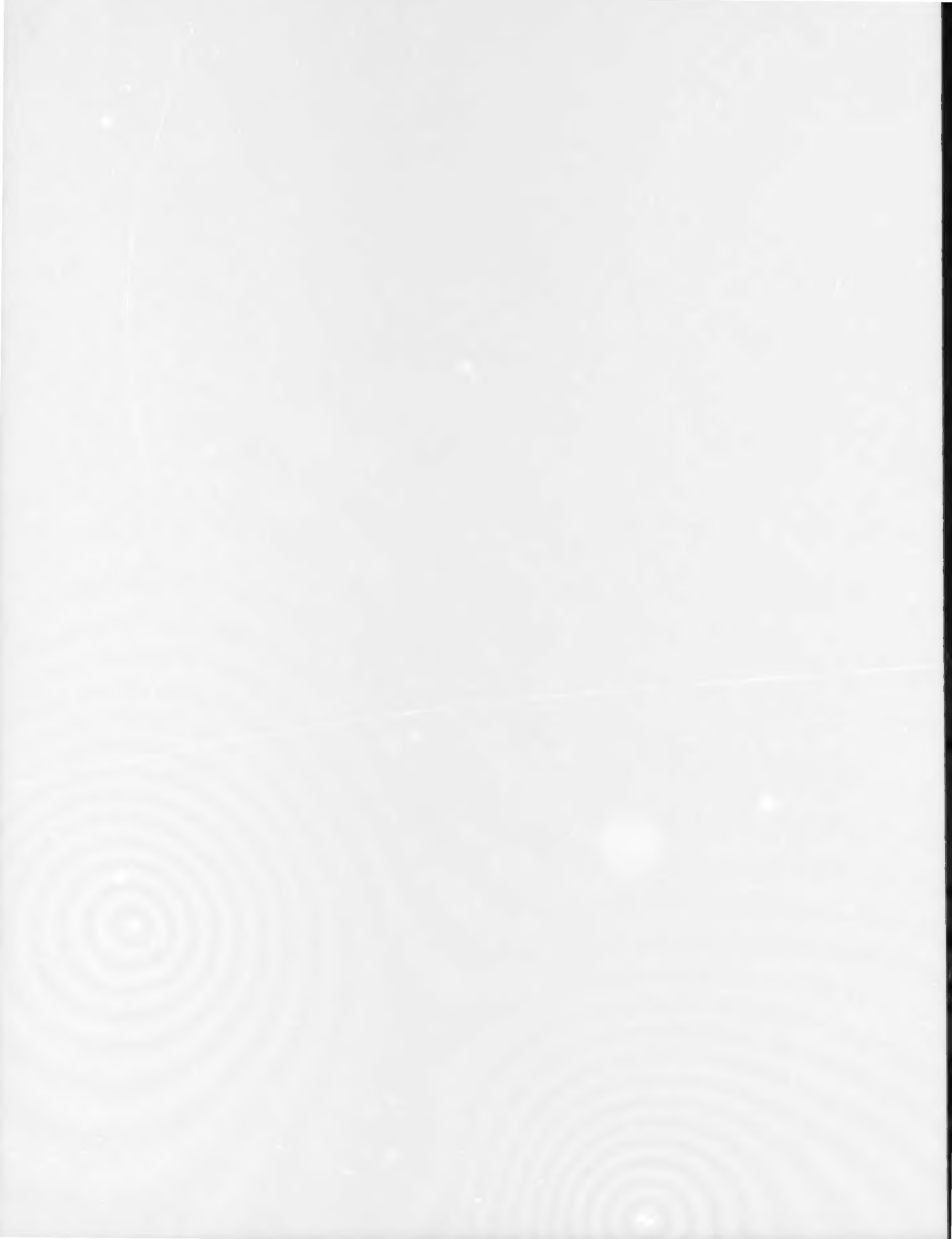
Bibliographie

International Panel on Climate Change / GIEC / OCDE/AIE, *Lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – version révisée 1996*, GIEC, Bracknell, R.-U., 1997.

Schiff, H. Communication personnelle avec des chercheurs ayant mesuré les émissions de HPF dans les alumineries canadiennes, 1996. À noter qu'un coefficient d'incertitude de deux équivaut à une incertitude statistique d'environ 30 p. 100.

T. J. McCann & Associates, *Uncertainties in Canada's 1990 Greenhouse Gas Emission Estimates*, rapport préparé pour Environnement Canada, Direction des données sur la pollution, Hull, mars 1994.

2 Voir, par exemple, Jaques, A. P., Neitzert, F., Boileau, P. *Tendances des émissions de gaz à effet de serre au Canada 1990 - 1995*, Environnement Canada, Direction des données sur la pollution, Ottawa, 1997.



Tableaux standard du GIEC pour 1997-version abrégée

La structure des tableaux suivants suit celle que propose le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) pour se conformer au format des déclarations des émissions de gaz à effet de serre présentées à la Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC). Bien que la catégorisation soit conforme à celle qui est utilisée pour la présentation des autres tableaux de ce document, quelques différences sont dignes de mention. En général, les tableaux du GIEC sont plus détaillés que les résumés des données nationales d'une page présentés à l'Annexe A. Toutefois, dans certains cas, les émissions sont regroupées de manière légèrement différente. Ces différences dans la structure de déclaration, n'ont toutefois aucun effet sur les estimations elles-mêmes. Le total des émissions nationales et les résultats sectoriels est identique, quel que soit le format de présentation des tableaux.

TABLEAUX STANDARD DU GIEC POUR 1997 — VERSION ABREGÉE

TABLEAU 1 — RAPPORT SECTORIEL SUR L'ÉNERGIE

(Gg)

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
Total des sources énergétiques	480 000	2 200	38				
A. Activités d'utilisation de combustibles (approche sectorielle)	466 000	290	38				
1. Secteur de l'énergie	161 000	1,7	3,1				
a. Production d'électricité et de chauffage (secteur public)	111 000	1,0	2,7				
b. Raffinage du pétrole	21 600	0,1	0,1				
c. Fabrication de combustibles solides et autres industries du secteur de l'énergie	28 900	0,6	0,3				
2. Industries manufacturières et construction	53 900	1,8	1,7				
a. Sidérurgie	7 120	0,2	0,4				
b. Métaux non ferreux	2 850	0,0	0,1				
c. Produits chimiques	8 600	0,3	0,1				
d. Pâtes et papiers et imprimerie	10 900	0,6	0,6				
e. Transformation des aliments, boissons et tabac	I/A	I/A	I/A				
f. Autre (veuillez préciser)	34 400	0,8	0,6				
3. Transport	174 000	25	29				
a. Aviation civile	12 600	0,6	1,2				
b. Transport routier	120 000	17	19				
c. Chemins de fer	5 660	0,3	2,3				
d. Navigation	5 810	0,5	1,1				
e. Autres moyens de transport	17 700	6,0	5,6				
f. Transport par pipeline	12 100	0,3	0,1				
4. Autres secteurs	77 200	260	3,7				
a. Commercial et institutionnel	30 600	0,6	0,3				
b. Résidentiel	43 800	260	3,3				
c. Agriculture, foresterie et pêche	2 920	0,1	0,1				
5. Autre (veuillez préciser)							
B. Émissions fugitives des combustibles	14 000	1 900	N/E				
1. Combustibles solides	N/E	78	S/O				
a. Exploitation houillère	N/E	78	S/O				
b. Transformation des combustibles solides	N/E	N/E	S/O				
c. Autre (veuillez préciser)							
2. Pétrole et gaz naturel	14 000	1 800	N/E				
a. Pétrole	36	690	S/O				
b. Gaz naturel	27	1 100	S/O				
c. Évaporation et brûlage	14 000	29	N/E				
Poste pour mémoire⁽¹⁾							
Soutes internationales	3 970	0,1	1,9				
Aviation	2 450	0,1	1,1				
Marine	1 520	0,0	0,8				
Émissions de CO₂ de la biomasse	71 000						

(1) Pas inclus dans les totaux pour l'énergie

Les estimations des gaz précurseurs ne sont pas encore accessibles.

I/A = inventorié ailleurs

S/O = sans objet

N/E = non estimé

NSPP = ne semble pas se produire



TABLEAUX STANDARD DU GIEC POUR 1997 — VERSION ABREGÉE
TABLEAU 2 — RAPPORT SECTORIEL SUR LES PROCÉDÉS INDUSTRIELS

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	(Gg)							(Gg d'équivalent CO ₂)					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COV sans le méthane	SO ₂	HFCs		PFCs		SF ₆	
								P	A	P	A	P	A
Total des procédés industriels	38 000	N/E	34							N/E	6 000	1 400	1 400
A. Produits minéraux	8 280		S/O										
1. Production de ciment	6 010												
2. Production de chaux	1 930												
3. Utilisation de calcaire et de dolomite	279												
4. Production et utilisation de bicarbonate de soude	64												
5. Toitures d'asphalte	S/O												
6. Pavage de routes asphaltées	S/O												
7. Autre (veuillez préciser)													
B. Industrie chimique	4 140		34										
1. Production d'ammoniac	4 140		S/O										
2. Production d'acide nitrique	S/O		2,5										
3. Production d'acide adipique	S/O		32										
4. Production de carbure	I/A		S/O										
5. Autre (veuillez préciser)													
C. Production de métal	11 900		N/E							6 000	1 400	1 400	
1. Sidérurgie	8 110												
2. Production d'alliages à base de fer	I/A												
3. Production d'aluminium	3 790									6 000			
4. SF ₆ utilisé dans les fonderies d'aluminium et de magnésium	S/O											1 400	1 400
5. Autre (veuillez préciser)													
D. Autre production	S/O	S/O	S/O										
1. Pâtes et papier													
2. Aliments et boissons													
E. Production d'hydrocarbure halogéné et d'hexafluorure de soufre	S/O	S/O	S/O					NSPP	NSPP	NSPP	NSPP	NSPP	NSPP
1. Émissions de sous-produits													
2. Émissions fugitives													
3. Autre (veuillez préciser)													
F. Autre (processus indifférenciés)	14 000	N/E	N/E										

P = Émissions prévues dans le cadre de l'approche de niveau 1

A = Émissions prévues dans le cadre de l'approche de niveau 2

L'estimation des gaz précurseurs n'est pas encore disponible.

I/A = inventorié ailleurs

S/O = sans objet

N/E = non estimé

NSPP = ne semble pas se produire



TABLEAUX STANDARD DU GIEC POUR 1997 — VERSION ABREGÉE
TABLEAU 3 — RAPPORT SECTORIEL SUR LES SOLVANTS ET AUTRES PRODUITS

(Gg)								(Gg d'équivalent CO ₂)					
Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COV sans le méthane	SO ₂	HFCs		PFCs		SF ₆	
								P	A	P	A	P	A
Total de l'utilisation des solvants et d'autres produits	N/E	S/O	2					5 000	500				
A. Application de peinture			S/O										
B. Dégraissage et nettoyage à sec			S/O										
C. Fabrication et transformation de produits chimiques			S/O										
D. Utilisation d'anesthésiques et d'agents propulseurs			2										
E. Consommation d'hydrocarbure halogéné et d'hexafluorure de soufre	S/O	S/O	S/O					5 000	500	N/E	N/E	N/E	N/E
1. Matériel de réfrigération et de conditionnement d'air								5 000	400				
2. Gonflement des mousses								10	10				
3. Extincteurs d'incendie								N/E	N/E				
4. Aérosols								20	20				
5. Solvants								N/E	N/E				
6. Autre (veuillez préciser)													

P = Émissions prévues dans le cadre de l'approche de niveau 1

A = Émissions prévues dans le cadre de l'approche de niveau 2

L'estimation des gaz précurseurs n'est pas encore disponible.

I/A = inventorié ailleurs

S/O = sans objet

N/E = non estimé

NSPP = ne semble pas se produire

TABLEAUX STANDARD DU GIEC POUR 1997 — VERSION ABREGÉE

TABLEAU 4 — RAPPORT SECTORIEL SUR L'AGRICULTURE

(Gg)

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COV sans le méthane
Total pour l'agriculture	1 000	1 100	130			
A. Fermentation entérique	S/O	870	N/E			
1. Bétail bovin		840				
2. Bisons		N/E				
3. Moutons		5,8				
4. Chèvres		0,1				
5. Chameaux et lamas		N/E				
6. Chevaux		6,4				
7. Mules et ânes		0,0				
8. Porcs		17				
9. Volaille		0,0				
10. Autre (veuillez préciser)						
B. Traitement du fumier	S/O	200	15			
1. Bétail bovin		76	I/A			
2. Bisons		N/E	N/E			
3. Moutons		0,1	I/A			
4. Chèvres		0,0	I/A			
5. Chameaux et lamas		N/E	N/E			
6. Chevaux		0,0	I/A			
7. Mules et ânes		0,0	I/A			
8. Porcs		120	I/A			
9. Volaille		10	I/A			
10. Anaérobie		I/A	0,0			
11. Systèmes liquides		I/A	0,4			
12. Entreposage des fumiers solides et parc d'élevage drainé		I/A	14			
13. Autre (veuillez préciser)		I/A	0,5			
C. Culture du riz	NSPP	NSPP	NSPP			
1. Irrigué						
2. Pluvial						
3. Arrosage en profondeur						
4. Autre (veuillez préciser)						
D. Sols agricoles	1 000	S/O	100			
E. Feux de savane dirigés	NSPP	NSPP	NSPP			
F. Résidus agricoles du brûlage des champs	NSPP	NSPP	NSPP			
1. Céréales						
2. Légumineuses à grain						
3. Tubercules et racines						
4. Canne à sucre						
5. Autre (veuillez préciser)						
G. Autre (veuillez préciser)						

L'estimation des gaz précurseurs n'est pas encore disponible.

A = inventorié ailleurs
 S/O = sans objet
 N/E = non estimé
 NSPP = ne semble pas se produire



TABLEAUX STANDARD DU GIEC POUR 1997 — VERSION ABREGÉE

TABLEAU 5 — RAPPORT SECTORIEL SUR LE CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET LA FORESTERIE

(Gg)

Catégorie de sources et de puits de gaz à effet de serre	Émissions de CO ₂	Absorptions de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
Total du changement d'affectation des terres et de la foresterie	10 000	-40 000	40	3		
A. Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse⁽¹⁾	0	-30 000	S/O	S/O		
1. Forêt tropicale	S/O	S/O				
2. Forêt tempérée						
3. Forêt boréale						
4. Pâturages et toundra	S/O	S/O				
5. Autre (veuillez préciser)						
B. Conversion des forêts et des pâturages	4 000	NSPP	S/O	S/O		
1. Forêt tropicale	S/O					
2. Forêt tempérée	3 000					
3. Forêt boréale	800					
4. Pâturages et toundra	100					
5. Autre (veuillez préciser)	200					
C. Abandon de terres exploitées	0	-4 000	S/O	S/O		
1. Forêt tropicale		S/O				
2. Forêt tempérée		-4 000				
3. Forêt boréale		-100				
4. Pâturages et toundra		0				
5. Autre (veuillez préciser)		0				
D. Émissions de CO₂ et absorption des sols⁽²⁾	5 000		S/O	S/O		
E. Autre (feux d'origine humaine)	6 000	S/O	40	3		
1. Brûlage dirigé (CO ₂ inclus dans A)	N/E		10	1		
2. Autres feux dans la forêt de production (CO ₂ inclus dans A)	N/E		20	1		
3. Feux (à l'extérieur de la forêt de production)	6 000		10	1		

(1) En utilisant la méthode approuvée du GIEC.

(2) Les émissions des sols agricoles et du chaulage sont incluses dans la section 4.

I/A = inventorié ailleurs

S/O = sans objet

N/E = non estimé

NSPP = ne semble pas se produire



TABLEAUX STANDARD DU GIEC POUR 1997 — VERSION ABREGÉE

TABLEAU 6 — RAPPORT SECTORIEL SUR LES DÉCHETS

(Gg)

Catégorie de sources et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COV sans le méthane
Total pour les déchets	280	1 000	3,2			
A. Enfouissement des déchets solides	S/O	1 000	S/O			
1. Enfouissement des déchets solides		1 000				
2. Décharges non gérées		N/E				
3. Autre (veuillez préciser)						
B. Épuration des eaux	N/E	19	3,1			
1. Eaux industrielles usées		N/E	N/E			
2. Eaux usées domestiques et commerciales		19	3,1			
3. Autre (veuillez préciser)						
C. Incinération des déchets	280	0,3	0,2			
D. Autre (veuillez préciser)						

L'estimation des gaz précurseurs n'est pas encore disponible.

I/A = inventorié ailleurs
 S/O = sans objet
 N/E = non estimé
 NSPP = ne semble pas se produire

TABLEAUX STANDARD DU GIEC POUR 1997 — VERSION ABREGÉE

TABLEAU 7A — RAPPORT SYNTHÈSE POUR LES INVENTAIRES NATIONAUX DE GAZ À EFFET DE SERRE

(Gg)

(Gg d'équivalent CO₂)

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	Émissions de CO ₂	Absorptions de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COV sans le méthane	SO ₂	HFCs		PFCs		SF ₆	
									P	A	P	A	P	A
Total des émissions de CO₂ (en excluant les CETF)	520 000	S/O	S/O	S/O										
Total des émissions et absorptions à l'échelle nationale	535 000	-40 000	4 300	210					5 000	500	N/E	6 000	1 400	1 400
1. Énergie	480 000	S/O	2 200	38										
A. Utilisation de combustibles (approche sectorielle)	466 000		290	38										
1. Secteur de l'énergie	161 000		1,7	3,1										
2. Secteur manufacturier et construction	53 900		1,8	1,7										
3. Transport	174 000		25	29										
4. Autres secteurs	77 200		260	3,7										
5. Autre (veuillez préciser)														
B. Émissions fugitives des combustibles	14 000		1 900	N/E										
1. Combustibles solides	N/E		78	S/O										
2. Pétrole et gaz naturel	14 000		1 800	N/E										
2. Procédés industriels	38 000	S/O	N/E	34							N/E	6 000	1 400	1 400
A. Produits minéraux	8 280			S/O										
B. Industrie chimique	4 140			34										
C. Production de métaux	11 900			N/E								6 000	1 400	1 400
D. Autre production														
E. Production d'hydrocarbure halogéné et d'hexafluorure de soufre									NSPP	NSPP			NSPP	NSPP
F. Autre (procédés indifférenciés)	14 000		N/E											
3. Utilisation de solvants et d'autres produits	N/E	S/O	N/E	2					5 000	500				
4. Agriculture	1 000	I/A	1 100	130										
A. Fermentation entérique	S/O	S/O	870	S/O										
B. Traitement du fumier	S/O	S/O	200	15										
C. Culture du riz	NSPP	NSPP	NSPP	NSPP										
D. Soils agricoles	1 000	I/A	N/E	100										
E. Feux de savane dirigés	NSPP	NSPP	NSPP	NSPP										
F. Brûlage sur place des résidus agricoles	NSPP	NSPP	NSPP	NSPP										
G. Autre (veuillez préciser)														

P = Émissions prévues dans le cadre de l'approche de niveau 1

A = Émissions prévues dans le cadre de l'approche de niveau 2

(1) Les émissions des sols agricoles et du chaulage sont incluses dans la section 4.

L'estimation des gaz précurseurs n'est pas encore disponible.

I/A = inventorié ailleurs

S/O = sans objet

N/E = non estimé

NSPP = ne semble pas se produire

TABLEAUX STANDARD DU GIEC POUR 1997 — VERSION ABREGÉE

TABLEAU 7A (SUITE) — RAPPORT SYNTHÈSE PO16

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	Émissions CO ₂	Absorp- tions CO ₂	(Gg)						(Gg d'équivalent CO ₂)					
			CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COV sans le méthane	SO ₂	HFCs		PFCs		SF ₆	
									P	A	P	A	P	A
5. Changement d'affectation des terres et foresterie*	10 000	-40 000	40	3										
A. Évolution du patrimoine forestier et es autres stocks de biomasse ligneuse	0	-30 000	S/O	S/O										
B. Conversion des forêts et des pâturages	4 000	NSPP	S/O	S/O										
C. Abandon des terres exploitées	0	-4 000	S/O	S/O										
D. Émissions et absorption de CO ₂ des sols ⁽¹⁾	5 000		S/O	S/O										
E. Autre (feux d'origine anthropique)	6 000	S/O	40	3										
6. Déchets	280	S/O	1 000	3,2										
A. Enfouissement des déchets solides	S/O		1 000	S/O										
B. Manutention des déchets	N/E		19	3,1										
C. Incinération des déchets	280		0,3	0,2										
D. Autre														
7. Autre (veuillez préciser)														
Poste pour mémoire														
Soutes internationales	3 970	S/O	0,1	1,9										
Aviation	2 450		0,1	1,1										
Marine	1 520		0,0	0,8										
Émissions de CO₂ de la biomasse	71 000													

P = Émissions prévues dans le cadre de l'approche de niveau 1

A = Émissions prévues dans le cadre de l'approche de niveau 2

(1) Les émissions des sols agricoles et du chaulage sont incluses dans la section 4.

L'estimation des gaz précurseurs n'est pas encore disponible.

I/A = inventorié ailleurs

S/O = sans objet

N/E = non estimé

NSPP = ne semble pas se produire

TABLEAUX STANDARD DU GIEC POUR 1997 — VERSION ABREGÉE
TABLEAU 7B RAPPORT SOMMAIRE POUR LES INVENTAIRES NATIONAUX DE GAZ À EFFET DE SERRE

Catégorie de sources et de puits de gaz à effet de serre	Emissions CO ₂	Absorptions CO ₂	(Gg)						(Gg d'équivalent CO ₂)					
			CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COV sans le méthane	SO ₂	HFCs		PFCs		SF ₆	
									P	A	P	A	P	A
Total des émissions de CO₂ (en excluant les CETF)	520 000	S/O	S/O	S/O										
Total des émissions et absorptions à l'échelle nationale	535 000	-40 000	4 300	210					5 000	500	N/E	6 000	1 400	1 400
1. Énergie Méthode de référence ⁽¹⁾														
Méthode sectorielle	480 000	S/O	2 200	38										
A.	466 000	S/O	290	38										
B.	14 000	S/O	1 900	S/O										
2. Procédés industriels	38 000	S/O	N/E	34							N/E	6 000	1 400	1 400
3. Utilisation de solvants et d'autres produits		S/O	S/O	2					5 000	500				
4. Agriculture	1 000	I/A	1 100	130										
5. Changement d'affectation des terres et foresterie⁽²⁾	10 000	-40 000	40	3										
6. Déchets	280	S/O	1 000	3,2										
7. Autre (veuillez préciser)														
Poste pour mémoire														
Soutes internationales	3 970	S/O	0,1	1,9										
Aviation	2 450		0,1	1,1										
Marine	1 520		0,0	0,8										
Émissions de CO₂ de la biomasse	71 000													
TOTAUX (EXCLUANT les CETF) Gg d'équivalent CO₂	520 000		90 000	64 000					500		6 000		1 400	
SOMME DE TOUS LES GAZ À L'ECHELLE NATIONALE									582 000 Gg CO₂ eq.					

P = Émissions prévues dans le cadre de l'approche de niveau 1

A = Émissions prévues dans le cadre de l'approche de niveau 2

(1) La méthode de référence est couverte ailleurs

(2) Les émissions des sols agricoles et du chaulage sont incluses dans la section 4.

L'estimation des gaz précurseurs n'est pas encore disponible.

I/A = inventorié ailleurs

S/O = sans objet

N/E = non estimé

NSPP = ne semble pas se produire

Émissions provinciales et territoriales, 1990 à 1996

Les tableaux-synthèses des émissions par province et territoire sont incluses à l'Annexe F. Bien que les lignes directrices du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) en matière de déclaration à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) n'exigent pas de données à l'échelle provinciale ou régionale, on a jugé qu'il était important de fournir ces données, vu les disparités régionales considérables qui caractérisent le Canada. À la date de publication, les données sur les émissions provinciales et territoriales de 1997 n'étaient pas encore disponibles, de sorte que les détails, à cette échelle, n'ont été fournis que pour la période allant de 1990 à 1996.

En ce qui a trait aux tableaux des Territoires, il convient de noter que les estimations d'émissions pour 1990 et 1991 sont groupées pour le Yukon et les Territoire du Nord-Ouest. Malheureusement, les données sur l'énergie, pour ces deux ans, ont été compilées collectivement pour tous les territoires de sorte que les résultats sont cumulatifs. Cette lacune a été éliminée lors de la collecte de données de 1992; ces données sont donc ventilées par territoire à partir de cette année.

Enfin, il faut signaler que la somme des estimations d'émissions provinciales et territoriales ne correspond pas nécessairement au total national. Les différences peuvent être attribuées à deux facteurs distincts : l'arrondissement et le manque de certaines données sur les activités des provinces. Le premier facteur n'appelle pas d'explication particulière, mais il faut signaler, en ce qui concerne le second, que la pénurie de données se manifeste dans les secteurs *Utilisation de solvants et autres produits* et *Procédés industriels*. Plus précisément, les tableaux des émissions provinciales et territoriales ne comprennent pas les HFC des installations de réfrigération et autres appareils, ni le CO₂ provenant de l'utilisation de la pierre calcaire et du bicarbonate de soude (qui sont inclus, à l'échelle nationale, sous la rubrique *Production de minéraux non métalliques*). Les totaux nationaux pour ces sources étaient de 0,8 Mt d'équivalent CO₂ en 1996. On espère qu'à l'avenir, ces difficultés se résoudront et qu'on pourra présenter ces émissions par province.

ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE TERRE-NEUVE DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	1 040	1 010	862	1 050	469	937	1 070
Production d'électricité et de vapeur	1 640	1 280	1 500	1 350	660	1 250	1 150
Exploitation minière	519	733	579	675	790	817	853
Secteur manufacturier	473	423	441	316	348	317	271
Construction	32	22	26	22	18	17	15
Transport							
Automobiles à essence	772	738	743	749	750	722	701
Camions légers à essence	568	565	590	615	639	634	630
Véhicules utilitaires lourds à essence	73	71	72	73	74	72	74
Motocyclettes	7	6	6	5	5	5	5
Véhicules tout-terrain à essence	70	70	72	64	35	41	43
Automobiles à moteur diesel	4	3	3	3	3	2	2
Camions légers à moteur diesel	13	12	9	7	6	4	3
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	460	490	420	440	470	440	450
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	290	150	160	280	250	250	300
Véhicules au propane et au gaz naturel	1	1	1	5	4	5	3
Transport aérien intérieur	510	390	450	380	370	400	410
Transport maritime intérieur	710	680	620	550	480	570	610
Transport ferroviaire	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total des véhicules	3 500	3 200	3 100	3 200	3 100	3 100	3 200
Pipelines	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total des transports	3 500	3 200	3 100	3 200	3 100	3 100	3 200
Résidentiel	970	910	860	930	860	820	780
Commercial et institutionnel	320	290	390	320	310	280	290
Autre	25	42	140	56	55	77	76
Sous-total de la combustion	8 500	7 900	7 900	7 900	6 600	7 700	7 800
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	0	0	0	0	0	0	0
Pétrole et gaz	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total des émissions fugitives	0	0	0	0	0	0	0
Total de l'énergie	8 500	7 900	7 900	7 900	6 600	7 700	7 800
Procédés industriels							
Production de minéraux non métalliques	59	54	49	65	63	63	67
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0	0	0	0	0	0	0
Production de métaux ferreux	0	0	0	0	0	0	0
Production d'aluminium et de magnésium	0	0	0	0	0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	337	59	14	14	14	15	14
Total des procédés industriels	400	110	63	79	77	77	82
Utilisation de solvants et d'autres produits	9	9	9	9	9	9	9
Agriculture							
Fermentation entérique	17	17	17	17	16	17	17
Traitement du fumier	14	14	14	13	12	12	12
Sols agricoles*	46	48	47	45	42	49	47
Total pour l'agriculture	77	79	79	75	70	77	75
Changement d'affectation des terres et foresterie*	18	50	30	32	34	29	29
Déchets							
Enfouissement des déchets	340	350	360	360	370	380	380
Traitement des eaux usées	19	19	19	19	19	19	19
Incinération des déchets	8	8	9	9	8	8	8
Total des déchets	360	370	380	390	400	410	410
TOTAL	9 360	8 510	8 510	8 470	7 180	8 250	8 360

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.



SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE TERRE-NEUVE EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	1 070	0,0	0,0	0,0	0,0				1 070
Production d'électricité et de vapeur	1 150	0,0	0,3	0,0	2,6				1 150
Exploitation minière	849	0,0	0,0	0,0	4,4				853
Secteur manufacturier	270	0,0	0,0	0,0	0,1				271
Construction	15	0,0	0,0	0,0	0,0				15
Transport									
Automobiles à essence	659	0,1	1,9	0,1	40				701
Camions légers à essence	570	0,1	2,0	0,2	58				630
Véhicules utilitaires lourds à essence	71	0,0	0,2	0,0	3				74
Motocyclettes	4	0,0	0,1	0,0	0				5
Véhicules tout-terrain à essence	41	0,1	1,1	0,0	0				43
Automobiles à moteur diesel	2	0,0	0,0	0,0	0				2
Camions légers à moteur diesel	3	0,0	0,0	0,0	0				3
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	449	0,0	0,5	0,0	5				450
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	269	0,0	0,3	0,1	34				300
Véhicules au propane et au gaz naturel	3	0,0	0,0	0,0	0				3
Transport aérien intérieur	396	0,0	0,4	0,0	12				410
Transport maritime intérieur	551	0,0	0,7	0,2	62				610
Transport ferroviaire	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Sous-total des véhicules	3 020	0,3	7,1	0,7	210				3 200
Pipelines	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Sous-total des transports	3 020	0,3	7,1	0,7	210				3 200
Résidentiel	513	11	230	0,1	38				780
Commercial et institutionnel	293	0,0	0,0	0,0	0,4				290
Autre	76	0,0	0,0	0,0	0,1				76
Sous-total de la combustion	7 260	11	240	0,8	260				7 800
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		0,0	0,0						0
Pétrole et gaz	0	0,0	0,0						0
Sous-total des émissions fugitives	0	0,0	0,0						0
Total de l'énergie	7 260	11	240	0,8	260				7 800
Procédés Industriels									
Production de minéraux non métalliques	67								67
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0,0	0,0				0
Production de métaux ferreux	0								0
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	14								14
Total des procédés industriels	82	0	0	0,0	0,0		0	0	82
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,0	8,6				9
Agriculture									
Fermentation entérique		0,8	17						17
Traitement du fumier		0,4	8,0	0,0	4,1				12
Sols agricoles**	3			0,1	40				47
Total pour l'agriculture	3	1	25	0,2	48				75
Changement d'affectation des terres et foresterie*		1	13	0,1	16				29
Déchets									
Enfouissement des déchets		18	380						380
Traitement des eaux usées		0,0	1,0	0,1	18				19
Incinération des déchets	7	0,0	0	0,0	2				8
Total des déchets	7	18	390	0,1	19				410
TOTAL	7 350	31	660	1,1	350		0	0	8 360

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1990 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1991 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	1	1	1	2	3	2	2
Production d'électricité et de vapeur	105	95	51	80	65	32	28
Exploitation minière	0	0	0	0	0	0	1
Secteur manufacturier	26	31	29	93	63	76	70
Construction	10	11	11	9	9	7	7
Transport							
Automobiles à essence	287	274	265	258	257	255	248
Camions légers à essence	146	149	155	161	170	181	192
Véhicules utilitaires lourds à essence	20	23	26	29	33	37	42
Motocyclettes	1	1	1	1	1	1	1
Véhicules tout-terrain à essence	14	9	8	10	17	11	15
Automobiles à moteur diesel	3	3	3	3	3	3	3
Camions légers à moteur diesel	2	2	2	1	1	1	1
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	80	85	85	90	101	100	106
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	57	52	32	33	49	57	52
Véhicules au propane et au gaz naturel	1	1	1	2	2	1	2
Transport aérien intérieur	15	12	9	9	9	8	11
Transport maritime intérieur	90	116	129	112	92	63	113
Transport ferroviaire	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total des véhicules	717	725	715	710	735	718	786
Pipelines	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total des transports	717	725	715	710	735	718	786
Résidentiel	394	362	363	362	343	309	334
Commercial et institutionnel	170	163	164	155	153	164	172
Autre	20	20	51	28	27	40	47
Sous-total de la combustion	1 440	1 410	1 380	1 440	1 400	1 350	1 450
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	0	0	0	0	0	0	0
Pétrole et gaz	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total des émissions fugitives	0	0	0	0	0	0	0
Total de l'énergie	1 440	1 410	1 380	1 440	1 400	1 350	1 450
Procédés industriels							
Production de minéraux non métalliques	0	0	0	0	0	0	0
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0	0	0	0	0	0	0
Production de métaux ferreux	0	0	0	0	0	0	0
Production d'aluminium et de magnésium	0	0	0	0	0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	3	3	3	3	4	3	3
Total des procédés industriels	3	3	3	3	4	3	3
Utilisation de solvants et d'autres produits	2	2	2	2	2	2	2
Agriculture							
Fermentation entérique	130	130	130	130	130	130	130
Traitement du fumier	76	75	73	72	74	76	76
Sols agricoles**	210	230	260	220	180	220	240
Total pour l'agriculture	420	430	460	420	380	430	440
Changement d'affectation des terres et foresterie*	4	11	7	4	4	4	7
Déchets							
Enfouissement des déchets	61	62	64	65	67	68	69
Traitement des eaux usées	7	7	7	7	7	7	7
Incinération des déchets	8	8	9	9	9	9	9
Total des déchets	77	78	79	81	83	84	86
TOTAL	1 950	1 930	1 940	1 950	1 870	1 870	1 990

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.



SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	2	0,0	0,0	0,0	0,0				2
Production d'électricité et de vapeur	27	0,1	1,1	0,0	0,3				28
Exploitation minière	1	0,0	0,0	0,0	0,0				1
Secteur manufacturier	70	0,0	0,0	0,0	0,0				70
Construction	7	0,0	0,0	0,0	0,0				7
Transport									
Automobiles à essence	234	0,0	0,7	0,0	13				248
Camions légers à essence	174	0,0	0,6	0,1	17				192
Véhicules utilitaires lourds à essence	40	0,0	0,1	0,0	2				42
Motocyclettes	1	0,0	0,0	0,0	0				1
Véhicules tout-terrain à essence	15	0,0	0,4	0,0	0				15
Automobiles à moteur diesel	3	0,0	0,0	0,0	0				3
Camions légers à moteur diesel	1	0,0	0,0	0,0	0				1
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	105	0,0	0,1	0,0	1				106
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	46	0,0	0,0	0,0	6				52
Véhicules au propane et au gaz naturel	2	0,0	0,0	0,0	0				2
Transport aérien intérieur	10	0,0	0,0	0,0	0				11
Transport maritime intérieur	102	0,0	0,1	0,0	11				113
Transport ferroviaire	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Sous-total des véhicules	733	0,1	2,2	0,2	51				786
Pipelines	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Sous-total des transports	733	0,1	2,2	0,2	51				786
Résidentiel	294	1,6	34	0,0	6				334
Commercial et institutionnel	172	0,0	0,0	0,0	0				172
Autre	47	0,0	0,0	0,0	0				47
Sous-total de la combustion	1 350	1,8	37	0,2	58				1 450
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		0,0	0,0						0
Pétrole et gaz	0	0,0	0,0						0
Sous-total des émissions fugitives	0	0,0	0,0						0
Total de l'énergie	1 350	1,8	37	0,2	58				1 450
Procédés Industriels									
Production de minéraux non métalliques	0								0
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0	0				0
Production de métaux ferreux	0								0
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	3								3
Total des procédés industriels	3	0	0	0,0	0,0		0	0	3
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,0	2,1				2
Agriculture									
Fermentation entérique		6,1	130						130
Traitement du fumier		2,2	47	0,1	29				76
Sols agricoles**	40			0,6	200				240
Total pour l'agriculture	40	8,4	180	0,7	230				440
Changement d'affectation des terres et foresterie*		0,2	3,3	0,0	3,9				7
Déchets									
Enfouissement des déchets		3,3	69						69
Traitement des eaux usées		0,2	3	0,0	4,3				7
Incinération des déchets	7	0,0	0	0,0	1				9
Total des déchets	7	3,4	72	0,0	5,7				86
TOTAL	1 400	14	290	1,0	300		0	0	1 990

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1990 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1991 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	675	727	775	910	585	654	659
Production d'électricité et de vapeur	6 920	7 070	7 470	7 390	7 220	6 980	7 280
Exploitation minière	23	21	25	21	16	4	12
Secteur manufacturier	642	520	597	695	792	898	776
Construction	60	36	32	25	31	35	31
Transport							
Automobiles à essence	1 680	1 550	1 570	1 600	1 540	1 650	1 580
Camions légers à essence	940	908	956	1 010	1 010	1 120	1 140
Véhicules utilitaires lourds à essence	135	127	130	134	128	139	141
Motocyclettes	12	12	11	11	10	10	12
Véhicules tout-terrain à essence	73	56	54	51	211	51	45
Automobiles à moteur diesel	26	25	26	27	26	28	26
Camions légers à moteur diesel	21	17	16	14	13	12	11
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	790	758	798	801	826	854	895
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	335	306	316	363	382	401	279
Véhicules au propane et au gaz naturel	6	6	6	7	9	9	9
Transport aérien intérieur	496	492	455	498	483	491	472
Transport maritime intérieur	615	702	616	608	641	575	573
Transport ferroviaire	67	50	58	57	60	46	34
Sous-total des véhicules	5 200	5 000	5 000	5 200	5 300	5 400	5 200
Pipelines	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total des transports	5 200	5 000	5 000	5 200	5 300	5 400	5 200
Résidentiel	2 300	2 100	1 900	2 300	2 100	1 800	2 000
Commercial et institutionnel	811	780	932	779	724	755	786
Autre	107	191	547	153	148	202	228
Sous-total de la combustion	16 700	16 400	17 300	17 400	17 000	16 700	17 000
Émissions fugitives	0	0	0	0	0	0	0
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	1 200	1 300	1 200	1 100	970	830	830
Pétrole et gaz	0	0	3	5	6	6	5
Sous-total des émissions fugitives	1 200	1 300	1 200	1 100	970	830	830
Total de l'énergie	17 900	17 800	18 500	18 500	17 900	17 600	17 800
Procédés industriels							
Production de minéraux non métalliques	199	182	166	228	219	217	239
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0	0	0	0	0	0	0
Production de métaux ferreux	0	0	0	0	0	0	0
Production d'aluminium et de magnésium	0	0	0	0	0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	100	80	69	64	55	70	70
Total des procédés industriels	300	260	240	290	270	290	310
Utilisation de solvants et d'autres produits	14	14	14	14	14	14	14
Agriculture							
Fermentation entérique	190	190	190	180	180	180	180
Traitement du fumier	110	110	110	110	110	110	110
Sois agricoles**	280	320	290	270	260	290	300
Total pour l'agriculture	580	610	580	560	550	580	600
Changement d'affectation des terres et foresterie*	33	18	25	7	7	7	15
Déchets							
Enfouissement des déchets	540	550	560	580	560	570	590
Traitement des eaux usées	39	39	39	40	40	40	40
Incinération des déchets	16	16	16	16	16	16	16
Total des déchets	590	610	620	630	610	630	650
TOTAL	19 400	19 300	20 000	20 000	19 400	19 100	19 400

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	657	0,0	0,1	0,0	1,7				659
Production d'électricité et de vapeur	7 240	0,1	1,1	0,2	46				7 280
Exploitation minière	11	0,0	0,0	0,0	0,0				12
Secteur manufacturier	765	0,0	0,6	0,0	9,9				776
Construction	31	0,0	0,0	0,0	0,0				31
Transport									
Automobiles à essence	1 490	0,2	4,4	0,3	88				1 580
Camions légers à essence	1 030	0,2	3,5	0,4	110				1 140
Véhicules utilitaires lourds à essence	134	0,0	0,4	0,0	5,9				141
Motocyclettes	12	0,0	0,2	0,0	0,1				12
Véhicules tout-terrain à essence	44	0,1	1,2	0,0	0,3				45
Automobiles à moteur diesel	28	0,0	0,0	0,0	0,3				28
Camions légers à moteur diesel	11	0,0	0,0	0,0	0,1				11
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	884	0,0	0,9	0,0	10				895
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	248	0,0	0,3	0,1	31				279
Véhicules au propane et au gaz naturel	9	0,0	0,1	0,0	0,0				9
Transport aérien intérieur	458	0,0	0,3	0,0	14				472
Transport maritime intérieur	534	0,0	0,8	0,1	39				573
Transport ferroviaire	31	0,0	0,0	0,0	3,8				34
Sous-total des véhicules	4 920	0,6	12	1,0	300				5 200
Pipelines	0	0,0	0,0	0,0	0,0				0
Sous-total des transports	4 920	0,6	12	1,0	300				5 200
Résidentiel	1 620	14	290	0,2	50				2 000
Commercial et institutionnel	784	0,0	0	0,0	1,1				786
Autre	227	0,0	0	0,0	0,4				228
Sous-total de la combustion	16 200	14	300	1,3	410				17 000
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		40	830						830
Pétrole et gaz	0	0,2	4,9						5
Sous-total des émissions fugitives	0	40	830						830
Total de l'énergie	16 200	54	1 100	1,3	410				17 800
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	239								239
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0	0				0
Production de métaux ferreux	0								0
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	70								70
Total des procédés industriels	310	0	0	0	0		0	0	310
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0	14				14
Agriculture									
Fermentation entérique		8,7	180						180
Traitement du fumier		3,2	67	0,1	42				110
Sols agricoles**	40			0,9	300				300
Total pour l'agriculture	40	12	250	1,0	300				600
Changement d'affectation des terres et foresterie*		0,3	7	0,0	8				15
Déchets									
Enfouissement des déchets		28	590						590
Traitement des eaux usées		0,5	11	0,1	30				40
Incinération des déchets	14	0,0	0	0,0	3				16
Total des déchets	14	29	600	0,1	32				650
TOTAL	16 600	95	2 000	2,5	770		0	0	19 400

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU NOUVEAU-BRUNSWICK DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1990 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1991 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	891	932	901	948	1 100	897	1 030
Production d'électricité et de vapeur	6 040	5 580	6 180	5 230	5 890	7 040	6 230
Exploitation minière	88	77	57	81	118	129	175
Secteur manufacturier	1 270	1 230	1 350	1 390	1 340	1 610	1 450
Construction	65	55	55	34	42	40	43
Transport							
Automobiles à essence	1 570	1 500	1 490	1 490	1 510	1 440	1 450
Camions légers à essence	706	712	760	798	849	857	909
Véhicules utilitaires lourds à essence	100	101	108	113	119	119	136
Motocyclettes	7	6	6	6	7	7	7
Véhicules tout-terrain à essence	14	15	13	16	13	7	11
Automobiles à moteur diesel	19	18	18	18	19	18	19
Camions légers à moteur diesel	22	18	16	15	15	15	13
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	848	837	850	909	1 010	1 080	1 100
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	330	380	406	426	487	442	497
Véhicules au propane et au gaz naturel	6	6	6	8	11	15	11
Transport aérien intérieur	94	92	97	92	108	117	121
Transport maritime intérieur	465	423	413	470	488	479	497
Transport ferroviaire	132	134	142	131	121	115	113
Sous-total des véhicules	4 320	4 240	4 330	4 490	4 750	4 710	4 890
Pipelines	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total des transports	4 320	4 240	4 330	4 490	4 750	4 710	4 890
Résidentiel	1 230	1 240	1 200	1 220	1 140	977	1 010
Commercial et institutionnel	733	640	501	433	477	506	462
Autre	54	68	167	87	88	130	111
Sous-total de la combustion	14 700	14 100	14 700	13 900	14 900	16 000	15 400
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	2	1	0	1	1	1	1
Pétrole et gaz	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total des émissions fugitives	2	1	0	1	1	1	1
Total de l'énergie	14 700	14 100	14 700	13 900	14 900	16 000	15 400
Procédés industriels							
Production de minéraux non métalliques	78	76	81	88	93	97	111
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0	0	0	0	0	0	0
Production de métaux ferreux	0	0	0	0	0	0	0
Production d'aluminium et de magnésium	0	0	0	0	0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	48	40	40	43	44	110	51
Total des procédés industriels	130	120	121	130	140	210	160
Utilisation de solvants et d'autres produits	11	11	11	11	11	11	11
Agriculture							
Fermentation entérique	150	150	150	150	150	150	150
Traitement du fumier	81	81	80	80	82	82	83
Sols agricoles**	240	240	250	240	190	240	250
Total pour l'agriculture	470	470	480	470	420	470	480
Changement d'affectation des terres et foresterie*	170	380	250	230	230	400	290
Déchets							
Enfouissement des déchets	450	460	470	480	490	500	510
Traitement des eaux usées	51	51	51	51	52	52	52
Incinération des déchets	0	0	0	0	0	0	0
Total des déchets	500	510	520	530	540	550	570
TOTAL	16 000	15 500	16 100	15 300	16 300	17 700	16 800

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU NOUVEAU-BRUNSWICK EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	1 030	0,0	0,1	0,0	1,4				1 030
Production d'électricité et de vapeur	6 210	0,1	1,1	0,1	26				6 230
Exploitation minière	175	0,0	0,0	0,0	0,2				175
Secteur manufacturier	1 430	0,0	0,8	0,0	13				1 450
Construction	42	0,0	0,0	0,0	0,0				43
Transport									
Automobiles à essence	1 370	0,2	4,2	0,3	77				1 450
Camions légers à essence	824	0,1	2,8	0,3	82				909
Véhicules utilitaires lourds à essence	130	0,0	0,4	0,0	6				136
Motocyclettes	7	0,0	0,1	0,0	0				7
Véhicules tout-terrain à essence	11	0,0	0,3	0,0	0				11
Automobiles à moteur diesel	18	0,0	0,0	0,0	0				19
Camions légers à moteur diesel	13	0,0	0,0	0,0	0				13
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	1 090	0,1	1,1	0,0	12				1 100
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	442	0,0	0,5	0,2	55				497
Véhicules au propane et au gaz naturel	11	0,0	0,1	0,0	0				11
Transport aérien intérieur	117	0,0	0,2	0,0	4				121
Transport maritime intérieur	467	0,0	0,7	0,1	29				497
Transport ferroviaire	101	0,0	0,1	0,0	13				113
Sous-total des véhicules	4 600	0,5	11	0,9	280				4 890
Pipelines	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Sous-total des transports	4 600	0,5	11	0,9	280				4 890
Résidentiel	709	12	260	0,1	43				1 010
Commercial et institutionnel	461	0,0	0,1	0,0	0,8				462
Autre	110	0,0	0,0	0,0	0,3				111
Sous-total de la combustion	14 800	13	270	1,2	360				15 400
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		0,0	0,7						1
Pétrole et gaz	0	0,0	0,0						0
Sous-total des émissions fugitives	0	0,0	0,7						1
Total de l'énergie	14 800	13	270	1,2	360				15 400
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	111								111
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0,0	0,0				0
Production de métaux ferreux	0								0
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	51								51
Total des procédés industriels	160	0	0	0,0	0,0		0	0	160
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,0	11				11
Agriculture									
Fermentation entérique		7,0	150						150
Traitement du fumier		2,4	50	0,1	33				83
Sols agricoles**	40			0,7	200				250
Total pour l'agriculture	40	9	200	0,8	200				480
Changement d'affectation des terres et foresterie*		6	130	0,5	200				290
Déchets									
Enfouissement des déchets		24	510						510
Traitement des eaux usées		1,3	28	0,1	24				52
Incinération des déchets	0	0,0	0	0,0	0				0
Total des déchets	0	26	540	0,1	24				570
TOTAL	15 000	49	1 000	2,6	790		0	0	16 800

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU QUÉBEC DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1990 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1991 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	2 840	2 460	2 630	2 770	3 030	3 100	3 010
Production d'électricité et de vapeur	1 440	478	947	293	322	123	260
Exploitation minière	845	772	620	757	928	988	910
Secteur manufacturier	12 100	10 900	11 100	10 800	10 900	11 500	12 000
Construction	133	138	149	113	108	191	190
Transport							
Automobiles à essence	13 800	12 800	13 100	13 400	13 500	13 400	13 400
Camions légers à essence	3 310	3 360	3 720	4 090	4 430	4 660	4 910
Véhicules utilitaires lourds à essence	552	569	635	703	767	814	841
Motocyclettes	45	41	41	43	45	47	49
Véhicules tout-terrain à essence	362	429	294	263	310	211	244
Automobiles à moteur diesel	244	228	233	238	240	238	239
Camions légers à moteur diesel	101	97	94	92	97	102	103
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	5 890	5 980	6 060	6 100	6 560	7 080	7 260
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	937	453	459	860	1 220	1 020	646
Véhicules au propane et au gaz naturel	77	89	90	178	179	174	125
Transport aérien intérieur	1 870	1 450	1 720	1 550	1 740	1 670	1 800
Transport maritime intérieur	1 400	1 470	1 420	1 120	1 290	910	931
Transport ferroviaire	583	618	628	612	611	556	445
Sous-total des véhicules	29 200	27 600	28 500	29 200	31 000	30 900	31 000
Pipelines	25	27	30	26	27	24	18
Sous-total des transports	29 200	27 600	28 500	29 300	31 000	31 000	31 000
Résidentiel	8 800	8 200	8 200	9 000	8 900	8 400	8 800
Commercial et institutionnel	4 270	4 020	4 330	4 540	4 490	5 010	5 000
Autre	472	433	1 180	325	261	208	220
Sous-total de la combustion	60 100	55 000	57 600	57 800	59 900	60 500	61 400
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	0	0	0	0	0	0	0
Pétrole et gaz	280	320	320	330	380	400	400
Sous-total des émissions fugitives	280	320	320	330	380	400	400
Total de l'énergie	60 400	55 300	57 900	58 200	60 300	60 900	61 800
Procédés industriels							
Production de minéraux non métalliques	1 710	1 410	1 220	1 410	1 670	1 720	1 540
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	15	14	15	15	1	1	14
Production de métaux ferreux	0	1	8	9	8	7	9
Production d'aluminium et de magnésium	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	9 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	0	350	300	260	92	0	130
Total des procédés industriels	11 000	13 000	12 000	13 000	13 000	11 000	11 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	110	110	110	110	110	110	110
Agriculture							
Fermentation entérique	2 400	2 400	1 700	2 400	2 400	2 400	2 500
Traitement du fumier	1 700	1 700	1 400	1 700	1 700	1 800	1 800
Sols agricoles**	3 800	3 500	3 100	3 600	3 400	3 700	3 700
Total pour l'agriculture	7 900	7 500	6 200	7 700	7 500	7 900	7 900
Changement d'affectation des terres et foresterie*	160	280	240	170	150	310	160
Déchets							
Enfouissement des déchets	5 400	4 900	5 100	5 300	5 200	5 400	5 500
Traitement des eaux usées	251	253	256	259	261	263	264
Incineration des déchets	137	139	141	142	144	145	146
Total des déchets	5 800	5 300	5 500	5 700	5 600	5 800	5 900
TOTAL	85 500	81 100	81 800	84 800	86 300	86 400	87 000

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.



SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU QUÉBEC EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	3 010	0,0	0,4	0,0	3,4				3 010
Production d'électricité et de vapeur	258	0,0	0,2	0,0	2,7				260
Exploitation minière	906	0,0	0,1	0,0	3,7				910
Secteur manufacturier	11 900	0,3	5,9	0,3	77				12 000
Construction	190	0,0	0,1	0,0	0,4				190
Transport									
Automobiles à essence	12 700	1,8	37	2,4	740				13 400
Camions légers à essence	4 420	0,7	14	1,5	470				4 910
Véhicules utilitaires lourds à essence	803	0,1	2,4	0,1	36				841
Motocyclettes	48	0,0	0,8	0,0	0				49
Véhicules tout-terrain à essence	236	0,3	6,3	0,0	2				244
Automobiles à moteur diesel	236	0,0	0,1	0,0	3				239
Camions légers à moteur diesel	102	0,0	0,1	0,0	1				103
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	7 170	0,4	7,4	0,3	81				7 260
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	574	0,0	0,6	0,2	72				646
Véhicules au propane et au gaz naturel	24	0,1	1,5	0,0	0				125
Transport aérien intérieur	1 750	0,1	2,0	0,2	53				1 800
Transport maritime intérieur	881	0,1	1,4	0,2	49				931
Transport ferroviaire	396	0,0	0,5	0,2	49				445
Sous-total des véhicules	29 400	3,6	75	5,0	1 600				31 000
Pipelines	18	0,0	0,0	0,0	0				18
Sous-total des transports	29 400	3,6	75	5,0	1 600				31 000
Résidentiel	5 900	120	2 400	1,4	420				8 800
Commercial et institutionnel	4 990	0,1	1,9	0,0	14				5 000
Autre	218	0,0	0,1	0,0	2				220
Sous-total de la combustion	56 800	120	2 500	6,7	2 100				61 400
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière))		0,0	0,0						0
Pétrole et gaz	0	19	400						400
Sous-total des émissions fugitives	0	19	400						400
Total de l'énergie	56 800	140	2 900	6,7	2 100				61 800
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	1 540								1 540
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0,0	14				14
Production de métaux ferreux	9								9
Production d'aluminium et de magnésium	3 230						5 000	840	9 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	130								130
Total des procédés industriels	4 910	0	0	0,0	14		5 000	840	11 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,4	110				110
Agriculture									
Fermentation entérique		120	2 500						2 500
Traitement du fumier		63	1 300	1,6	490				1 800
Sols agricoles**	200			10	3 000				3 700
Total pour l'agriculture	200	180	3 800	10	4 000				7 900
Changement d'affectation des terres et foresterie*		4	75	0	90				160
Déchets									
Enfouissement des déchets		260	5 500						5 500
Traitement des eaux usées		1,6	33	0,8	230				264
Incinération des déchets	120	0,2	3	0,1	26				146
Total des déchets	120	260	5 500	0,8	260				5 900
TOTAL	62 100	590	12 000	21	6 500		5 000	840	87 000

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE L'ONTARIO DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1990 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1991 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	6 200	6 510	7 000	7 100	6 560	6 170	6 370
Production d'électricité et de vapeur	26 500	27 900	28 600	18 800	16 500	18 900	21 300
Exploitation minière	456	555	709	910	1 230	545	685
Secteur manufacturier	24 200	22 500	21 100	20 700	21 300	22 400	21 900
Construction	150	261	275	92	67	77	191
Transport							
Automobiles à essence	21 000	20 200	20 100	20 300	20 500	20 000	19 500
Camions légers à essence	7 710	7 960	8 470	9 110	9 720	10 100	10 700
Véhicules utilitaires lourds à essence	892	930	994	1 070	1 140	1 190	1 200
Motocyclettes	85	82	80	81	78	73	69
Véhicules tout-terrain à essence	1 190	1 100	943	770	803	1 000	1 070
Automobiles à moteur diesel	208	198	192	189	183	174	182
Camions légers à moteur diesel	159	120	105	96	87	79	64
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	7 380	6 620	6 940	7 600	8 300	9 250	9 430
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	2 430	2 230	2 160	2 240	2 330	2 480	2 630
Véhicules au propane et au gaz naturel	702	736	755	811	773	804	924
Transport aérien intérieur	3 210	2 890	2 660	2 720	2 780	3 070	3 440
Transport maritime intérieur	939	1 050	941	738	759	671	725
Transport ferroviaire	1 830	1 970	1 940	1 930	1 910	1 690	1 820
Sous-total des véhicules	47 700	46 100	46 300	47 700	49 300	50 500	51 800
Pipelines	2 200	2 330	3 150	3 310	3 350	3 920	4 230
Sous-total des transports	49 900	48 400	49 500	51 000	52 700	54 500	56 000
Résidentiel	17 800	17 300	18 100	20 100	20 800	19 900	22 300
Commercial et institutionnel	9 050	9 350	9 940	10 600	10 200	10 700	11 300
Autre	852	923	1 760	999	907	1 070	1 080
Sous-total de la combustion	135 000	134 000	137 000	130 000	130 000	134 000	141 000
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	0	0	0	0	0	0	0
Pétrole et gaz	1 400	1 400	1 400	1 500	1 500	1 500	1 500
Sous-total des émissions fugitives	1 400	1 400	1 400	1 500	1 500	1 500	1 500
Total de l'énergie	136 000	135 000	138 000	132 000	132 000	136 000	143 000
Procédés industriels							
Production de minéraux non métalliques	3 690	3 020	3 040	2 850	3 190	3 230	3 320
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	11 000	10 000	10 000	9 200	11 000	11 000	12 000
Production de métaux ferreux	7 590	8 900	9 070	8 740	8 040	8 480	8 280
Production d'aluminium et de magnésium	500	500	500	500	500	540	530
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	3 900	4 100	4 300	4 600	4 200	4 400	5 300
Total des procédés industriels	26 000	27 000	27 000	26 000	27 000	27 000	29 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	160	160	160	160	160	170	170
Agriculture							
Fermentation entérique	3 300	3 300	3 200	3 000	3 100	3 100	3 000
Traitement du fumier	2 000	2 000	2 000	1 900	1 900	2 000	2 000
Sols agricoles**	7 000	6 000	6 000	7 000	6 000	7 000	6 000
Total pour l'agriculture	12 000	12 000	11 000	11 000	11 000	12 000	11 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*	250	280	140	650	120	180	180
Déchets							
Enfouissement des déchets	6 700	7 400	7 600	7 800	7 900	7 600	7 200
Traitement des eaux usées	380	390	390	400	410	410	420
Incinération des déchets	80	81	82	80	79	81	82
Total des déchets	7 200	7 800	8 000	8 200	8 400	8 100	7 700
TOTAL	182 000	181 000	185 000	178 000	179 000	183 000	191 000

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.



SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE L'ONTARIO EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	6 360	0,0	1,0	0,0	11				6 370
Production d'électricité et de vapeur	21 200	0,2	3,3	0,4	130				21 300
Exploitation minière	681	0,0	0,3	0,0	3,0				685
Secteur manufacturier	21 600	0,6	12	0,7	230				21 900
Construction	190	0,0	0,1	0,0	0,8				191
Transport									
Automobiles à essence	18 400	2,7	56	3,4	1000				19 500
Camions légers à essence	9 740	1,6	34	3,1	950				10 700
Véhicules utilitaires lourds à essence	1 140	0,2	3,4	0,2	51				1 200
Motocyclettes	67	0,1	1,1	0,0	0				69
Véhicules tout-terrain à essence	1 030	1,3	28	0,0	8				1 070
Automobiles à moteur diesel	180	0,0	0,1	0,0	2				182
Camions légers à moteur diesel	64	0,0	0,0	0,0	1				64
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	9 320	0,5	9,6	0,3	110				9 430
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	2 340	0,1	2,5	0,9	290				2 630
Véhicules au propane et au gaz naturel	875	2,3	47	0,0	2				924
Transport aérien intérieur	3 340	0,2	3,4	0,3	100				3 440
Transport maritime intérieur	696	0,1	1,2	0,1	28				725
Transport ferroviaire	1 620	0,1	1,9	0,7	200				1 820
Sous-total des véhicules	48 800	9,0	190	9,0	2 800				51 800
Pipelines	4 210	0,1	2,0	0,0	13				4 230
Sous-total des transports	53 100	9,1	190	9,0	2 800				56 000
Résidentiel	20 600	67	1 400	0,9	290				22 300
Commercial et institutionnel	11 200	0,2	4,9	0,1	37				11 300
Autre	1 080	0,0	0,4	0,0	6				1 080
Sous-total de la combustion	136 000	77	1 600	11	3 500				141 000
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		0,0	0,0						0
Pétrole et gaz	10	71	1 500						1 500
Sous-total des émissions fugitives	10	71	1 500						1 500
Total de l'énergie	136 000	150	3 100	11	3 500				143 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	3 320								3 320
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			37	12 000				12 000
Production de métaux ferreux	8 280								8 280
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	530	530
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	5 300								5 300
Total des procédés industriels	17 000	0	0	37	12 000		0	530	29 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,6	170				170
Agriculture									
Fermentation entérique		150	3 000						3 000
Traitement du fumier		60	1 300	2,3	710				2 000
Sols agricoles**	300			20	6 000				6 000
Total pour l'agriculture	300	200	4 300	20	7 000				11 000
Changement d'affectation des terres et forêts*		4	85	0	100				180
Déchets									
Enfouissement des déchets		340	7 200						7 200
Traitement des eaux usées		3,1	65	1,1	350				420
Incinération des déchets	65	0,2	4	0,0	13				82
Total des déchets	65	350	7 300	1,2	370				7 700
TOTAL	153 000	700	15 000	72	22 000		0	530	191 000

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU MANITOBA DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1990 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1991 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	8	2	3	2	0	1	0
Production d'électricité et de vapeur	544	397	402	315	327	248	409
Exploitation minière	67	58	69	63	47	55	43
Secteur manufacturier	1 240	1 140	1 030	1 060	1 110	1 090	931
Construction	14	18	12	5	3	48	137
Transport							
Automobiles à essence	1 990	1 980	1 920	1 830	1 820	1 780	1 650
Camions légers à essence	871	937	994	1 020	1 100	1 150	1 230
Véhicules utilitaires lourds à essence	185	194	199	198	205	209	206
Motocyclettes	7	8	7	7	7	6	4
Véhicules tout-terrain à essence	348	334	358	403	389	452	438
Automobiles à moteur diesel	20	20	19	18	18	17	17
Camions légers à moteur diesel	30	29	30	31	32	34	36
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	996	992	1 030	1 090	1 170	1 250	1 330
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	874	653	562	614	646	817	798
Véhicules au propane et au gaz naturel	43	49	49	46	34	55	47
Transport aérien intérieur	477	444	410	27	510	543	581
Transport maritime intérieur	0	0	0	0	0	0	0
Transport ferroviaire	622	537	545	535	572	565	524
Sous-total des véhicules	6 500	6 200	6 100	5 800	6 500	6 900	6 900
Pipelines	821	947	1 190	1 220	1 160	1 260	1 260
Sous-total des transports	7 290	7 120	7 320	7 040	7 650	8 150	8 120
Résidentiel	1 710	1 600	1 480	1 520	1 490	1 560	1 680
Commercial et institutionnel	1 440	1 440	1 470	1 520	1 430	1 530	1 660
Autre	54	51	65	108	85	71	120
Sous-total de la combustion	12 400	11 800	11 800	11 600	12 100	12 700	13 100
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	0	0	0	0	0	0	0
Pétrole et gaz	420	420	430	440	440	460	490
Sous-total des émissions fugitives	420	420	430	440	440	460	490
Total de l'énergie	12 800	12 200	12 300	12 100	12 600	13 200	13 600
Procédés Industriels							
Production de minéraux non métalliques	191	179	62	67	71	74	85
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	21	20	21	21	26	29	30
Production de métaux ferreux	0	0	0	0	0	0	0
Production d'aluminium et de magnésium	0	0	0	0	0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	55	41	45	82	77	42	45
Industrial Processes Total	270	240	130	170	170	140	160
Utilisation de solvants et d'autres produits	17	17	17	17	17	17	17
Agriculture							
Fermentation entérique	1 300	1 300	1 400	1 500	1 600	1 700	1 800
Traitement du fumier	690	710	760	780	850	930	970
Sols agricoles**	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Total pour l'agriculture	7 200	7 300	7 400	7 400	7 100	7 400	7 900
Changement d'affectation des terres et foresterie*	36	120	400	40	56	69	120
Déchets							
Enfouissement des déchets	370	420	430	450	460	470	490
Traitement des eaux usées	57	57	57	58	58	58	59
Incinération des déchets	0	0	0	0	0	0	0
Total des déchets	420	470	490	500	520	530	550
TOTAL	20 700	20 400	20 700	20 200	20 500	21 400	22 300

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.



SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU MANITOBA EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	0	0,0	0,0	0,0	0,0				0
Production d'électricité et de vapeur	405	0,0	0,2	0,0	4,4				409
Exploitation minière	43	0,0	0,0	0,0	0,2				43
Secteur manufacturier	927	0,0	0,2	0,0	3,6				931
Construction	136	0,0	0,1	0,0	0,5				137
Transport									
Automobiles à essence	1 560	0,2	5,0	0,3	82				1 650
Camions légers à essence	1 120	0,2	3,9	0,4	110				1 230
Véhicules utilitaires lourds à essence	197	0,0	0,6	0,0	9				206
Motocyclettes	4	0,0	0,1	0,0	0				4
Véhicules tout-terrain à essence	423	0,5	11	0,0	3				438
Automobiles à moteur diesel	17	0,0	0,0	0,0	0				17
Camions légers à moteur diesel	35	0,0	0,0	0,0	0				36
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	1 310	0,1	1,4	0,0	15				1 330
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	709	0,0	0,8	0,3	89				798
Véhicules au propane et au gaz naturel	46	0,0	0,5	0,0	0				47
Transport aérien intérieur	563	0,0	0,8	0,1	17				581
Transport maritime intérieur	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Transport ferroviaire	465	0,0	0,5	0,2	58				524
Sous-total des véhicules	6 450	1,2	25	1,2	390				6 900
Pipelines	1 260	0,0	0,6	0,0	4				1 260
Sous-total des transports	7 710	1,2	26	1,3	390				8 120
Résidentiel	1 560	4,6	97	0,1	21				1 680
Commercial et institutionnel	1 660	0,0	0,8	0,0	5,5				1 660
Autre	118	0,0	0,1	0,0	1,5				120
Sous-total de la combustion	12 600	5,9	120	1,4	430				13 100
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		0,0	0,0						0
Pétrole et gaz	1	23	490						490
Sous-total des émissions fugitives	1	23	490						490
Total de l'énergie	12 600	29	610	1,4	430				13 600
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	85								85
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0,1	30				30
Production de métaux ferreux	0								0
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	45								45
Total des procédés industriels	130	0	0	0,1	30		0	0	160
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,1	17				17
Agriculture									
Fermentation entérique		84	1800						1 800
Traitement du fumier		24	500	1,5	470				970
Sols agricoles**	60			20	5 000				5 000
Total pour l'agriculture	60	110	2 300	20	6 000				7 900
Changement d'affectation des terres et foresterie*		3	55	0	60				120
Déchets									
Enfouissement des déchets		23	490						490
Traitement des eaux usées		1,1	23	0,1	36				59
Incinération des déchets	0	0,0	0	0,0	0				0
Total des déchets	0	24	510	0,1	36				550
TOTAL	12 700	160	3 500	20	6 100		0	0	22 300

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation d'un calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE LA SASKATCHEWAN DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1990 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1991 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	2 330	1 010	2 400	1 220	2 200	2 740	2 210
Production d'électricité et de vapeur	10 400	10 500	11 800	12 100	13 000	13 400	13 700
Exploitation minière	960	925	985	1 730	1 860	1 900	1 380
Secteur manufacturier	1 140	1 890	2 540	2 280	2 340	2 040	2 310
Construction	33	23	27	22	15	44	88
Transport							
Automobiles à essence	1 590	1 600	1 890	1 750	1 620	1 480	1 450
Camions légers à essence	1 030	1 100	1 390	1 390	1 400	1 400	1 550
Véhicules utilitaires lourds à essence	197	252	375	432	493	554	513
Motocyclettes	2	2	3	3	3	3	3
Véhicules tout-terrain à essence	1 190	1 110	436	563	813	804	810
Automobiles à moteur diesel	14	14	16	15	13	11	13
Camions légers à moteur diesel	73	80	75	76	87	86	93
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	1 450	1 650	1 610	1 680	1 950	1 950	2 150
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	1 400	1 460	1 400	1 570	1 710	1 790	1 870
Véhicules au propane et au gaz naturel	37	49	49	59	65	63	60
Transport aérien intérieur	260	224	222	184	179	221	235
Transport maritime intérieur	0	0	0	0	0	0	0
Transport ferroviaire	600	304	372	369	524	527	579
Sous-total des véhicules	7 840	7 830	7 840	8 100	8 860	8 890	9 330
Pipelines	1 590	1 730	2 360	2 380	2 200	2 520	2 490
Sous-total des transports	9 430	9 560	10 200	10 500	11 100	11 400	11 800
Résidentiel	2 150	2 140	2 060	2 170	2 100	2 130	2 450
Commercial et institutionnel	1 050	996	904	1 480	1 300	1 250	1 450
Autre	303	261	307	329	329	331	382
Sous-total de la combustion	27 800	27 300	31 300	31 800	34 200	35 300	35 800
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	12	11	13	13	13	14	14
Pétrole et gaz	6 100	6 300	6 700	7 400	7 900	8 800	9 600
Sous-total des émissions fugitives	6 100	6 300	6 700	7 400	7 900	8 800	9 600
Total de l'énergie	34 000	34 000	38 000	39 000	42 000	44 000	45 000
Procédés industriels							
Production de minéraux non métalliques	82	75	0	0	0	0	0
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0	0	0	0	0	0	0
Production de métaux ferreux	0	0	0	0	0	0	0
Production d'aluminium et de magnésium	0	0	0	0	0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	240	270	600	780	780	840	1 100
Total des procédés industriels	320	350	600	780	780	840	1 100
Utilisation de solvants et d'autres produits	15	15	15	15	15	15	15
Agriculture							
Fermentation entérique	2 500	2 500	2 700	2 800	2 900	3 100	3 200
Traitement du fumier	900	930	990	1 000	1 100	1 100	1 100
Sols agricoles**	8 000	8 000	8 000	7 000	8 000	7 000	8 000
Total pour l'agriculture	12 000	12 000	11 000	11 000	12 000	11 000	12 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*	74	180	150	140	200	390	130
Déchets							
Entassement des déchets	420	430	450	460	470	480	490
Traitement des eaux usées	87	87	87	87	87	88	88
Incinération des déchets	0	0	0	0	0	0	0
Total des déchets	500	520	530	550	560	570	580
TOTAL	46 500	46 500	50 700	51 600	55 200	57 300	59 300

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.



SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE LA SASKATCHEWAN EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	2 200	0,1	1,5	0,0	9,0				2 210
Production d'électricité et de vapeur	13 600	0,2	3,2	0,5	150				13 700
Exploitation minière	1 380	0,0	0,7	0,0	4,7				1 380
Secteur manufacturier	2 310	0,0	0,4	0,0	3,2				2 310
Construction	87	0,0	0,0	0,0	0,3				88
Transport									
Automobiles à essence	1 390	0,2	4,8	0,2	62				1 450
Camions légers à essence	1 420	0,3	5,3	0,4	130				1 550
Véhicules utilitaires lourds à essence	490	0,1	1,5	0,1	22				513
Motocyclettes	3	0,0	0,0	0,0	0				3
Véhicules tout-terrain à essence	783	1,0	21	0,0	6				810
Automobiles à moteur diesel	13	0,0	0,0	0,0	0				13
Camions légers à moteur diesel	92	0,0	0,1	0,0	1				93
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	2 130	0,1	2,2	0,1	24				2 150
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	1 660	0,1	1,8	0,7	210				1 870
Véhicules au propane et au gaz naturel	60	0,0	0,6	0,0	0				60
Transport aérien intérieur	227	0,0	0,5	0,0	7				235
Transport maritime intérieur	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Transport ferroviaire	514	0,0	0,6	0,2	64				579
Sous-total des véhicules	8 770	1,8	38	1,7	520				9 330
Pipelines	2 480	0,1	1,2	0,0	8				2 490
Sous-total des transports	11 300	1,9	39	1,7	530				11 800
Résidentiel	2 350	3,8	80	0,1	21				2 450
Commercial et institutionnel	1 450	0,0	0,7	0,0	4,8				1 450
Autre	381	0,0	0,2	0,0	1,4				382
Sous-total de la combustion	35 000	6,0	130	2,3	730				35 800
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		0,7	14						14
Pétrole et gaz	1 700	370	7 800						9 600
Sous-total des émissions fugitives	1 700	370	7 800						9 600
Total de l'énergie	36 700	380	8 000	2,3	730				45 000
Procédés Industriels									
Production de minéraux non métalliques	0								0
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0,0	0,0				0
Production de métaux ferreux	0								0
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	1 100								1 100
Total des procédés industriels	1 100	0	0	0,0	0		0	0	1 100
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,1	15				15
Agriculture									
Fermentation entérique		150	3 200						3 200
Traitement du fumier		14	300	2,7	840				1 100
Sols agricoles*	-1 000			30	9 000				8 000
Total pour l'agriculture	-1 000	170	3 500	30	10 000				12 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*		3	58	0	70				130
Déchets									
Enfouissement des déchets		23	490						490
Traitement des eaux usées		2,7	56	0,1	32				88
Incinération des déchets	0	0,0	0	0,0	0				0
Total des déchets	0	26	550	0,1	32				580
TOTAL	36 600	570	12 000	34	11 000		0	0	59 300

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE L'ALBERTA DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1990 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1991 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	21 200	21 900	22 300	23 400	23 800	22 400	21 500
Production d'électricité et de vapeur	40 100	42 100	45 100	45 500	48 900	49 000	48 900
Exploitation minière	4 340	3 730	3 340	5 270	5 540	7 330	8 760
Secteur manufacturier	8 500	7 480	7 790	7 170	7 350	8 440	8 180
Construction	85	170	179	89	87	165	216
Transport							
Automobiles à essence	5 630	5 150	5 070	4 940	5 200	5 040	4 660
Camions légers à essence	3 650	3 520	3 670	3 760	4 170	4 250	4 210
Véhicules utilitaires lourds à essence	651	697	796	881	1 040	1 120	1 090
Motocyclettes	25	24	23	24	26	23	22
Véhicules tout-terrain à essence	1 380	1 000	1 040	1 020	695	644	1 310
Automobiles à moteur diesel	51	46	43	40	40	36	34
Camions légers à moteur diesel	93	81	76	76	87	87	93
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	3 710	3 560	3 650	3 950	4 790	5 080	5 740
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	2 910	2 730	2 320	2 700	3 110	4 040	5 060
Véhicules au propane et au gaz naturel	491	538	542	473	576	639	747
Transport aérien intérieur	1 550	1 390	1 450	1 530	1 580	1 660	1 850
Transport maritime intérieur	0	0	1	1	0	1	0
Transport ferroviaire	1 800	1 540	1 560	1 560	1 620	1 240	1 150
Sous-total des véhicules	21 900	20 300	20 200	21 000	22 900	23 900	26 000
Pipelines	1 230	1 320	1 860	2 040	2 520	2 580	2 690
Sous-total des transports	23 200	21 600	22 100	23 000	25 400	26 500	28 700
Résidentiel	6 590	6 460	6 400	6 620	7 250	7 550	8 700
Commercial et institutionnel	5 050	4 630	4 340	5 010	5 370	6 020	5 250
Autre	525	434	537	571	348	327	406
Sous-total de la combustion	110 000	108 000	112 000	117 000	124 000	128 000	131 000
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	240	250	270	270	270	300	290
Pétrole et gaz	25 000	26 000	28 000	29 000	30 000	32 000	34 000
Sous-total des émissions fugitives	25 000	26 000	28 000	29 000	31 000	32 000	34 000
Total de l'énergie	135 000	135 000	140 000	146 000	155 000	160 000	165 000
Procédés Industriels							
Production de minéraux non métalliques	869	793	718	914	889	894	991
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	660	650	660	660	650	660	670
Production de métaux ferreux	0	5	6	10	3	9	2
Production d'aluminium et de magnésium	0	0	0	0	0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	7 900	8 700	8 800	9 900	11 000	10 000	11 000
Total des procédés industriels	9 400	10 000	10 000	12 000	12 000	12 000	13 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	39	39	40	40	41	41	42
Agriculture							
Fermentation entérique	5 100	5 300	5 500	5 600	6 000	6 200	6 200
Traitement du fumier	1 900	2 000	2 100	2 100	2 200	2 300	2 300
Sols agricoles**	10 000	10 000	10 000	10 000	9 000	10 000	10 000
Total pour l'agriculture	19 000	19 000	19 000	19 000	18 000	21 000	21 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*	1 600	1 900	1 500	1 300	560	240	570
Déchets							
Enfouissement des déchets	870	930	780	820	860	890	850
Traitement des eaux usées	140	140	140	140	150	150	150
Incinération des déchets	0	0	0	0	0	0	0
Total des déchets	1 000	1 100	920	960	1 000	1 000	990
TOTAL	166 000	167 000	172 000	179 000	186 000	194 000	199 000

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.



SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE L'ALBERTA EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	21 400	0,5	10	0,2	67				21 500
Production d'électricité et de vapeur	48 500	0,4	9,2	1,3	420				48 900
Exploitation minière	8 700	0,2	4,6	0,2	52				8 760
Secteur manufacturier	8 130	0,3	5,3	0,2	46				8 180
Construction	215	0,0	0,1	0,0	0,6				216
Transport									
Automobiles à essence	4 420	0,7	14	0,7	220				4 660
Camions légers à essence	3 840	0,7	14	1,2	360				4 210
Véhicules utilitaires lourds à essence	1 040	0,2	3,1	0,2	46				1 090
Motocyclettes	21	0,0	0,4	0,0	0				22
Véhicules tout-terrain à essence	1 260	1,6	34	0,0	10				1 310
Automobiles à moteur diesel	34	0,0	0,0	0,0	0				34
Camions légers à moteur diesel	92	0,0	0,1	0,0	1				93
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	5 670	0,3	5,8	0,2	64				5 740
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	4 500	0,2	4,8	1,8	560				5 060
Véhicules au propane et au gaz naturel	731	0,8	16	0,0	0				747
Transport aérien intérieur	1 790	0,1	1,8	0,2	54				1 850
Transport maritime intérieur	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Transport ferroviaire	1 020	0,1	1,2	0,4	130				1 150
Sous-total des véhicules	24 400	4,5	95	4,7	1 400				26 000
Pipelines	2 680	0,1	1,3	0,0	9				2 690
Sous-total des transports	27 100	4,6	96	4,7	1 500				28 700
Résidentiel	8 480	7,8	160	0,2	56				8 700
Commercial et institutionnel	5 230	0,1	2,4	0,1	19,0				5 250
Autre	404	0,0	0,2	0,0	1,6				406
Sous-total d) la combustion	128 000	14	290	6,8	2 100				131 000
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		14	290						290
Pétrole et gaz	8 600	1200	25 000						34 000
Sous-total des émissions fugitives	8 600	1200	25 000						34 000
Total de l'énergie	137 000	1200	26 000	6,8	2 100				165 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	991								991
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			2,2	670				670
Production de métaux ferreux	2								2
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	11 000								11 000
Total des procédés industriels	12 000	0	0	2,2	670		0	0	13 000
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,1	42				42
Agriculture									
Fermentation entérique		290	6 200						6 200
Traitement du fumier		31	650	5,4	1 700				2 300
Sois agricoles**	2 000			30	10 000				10 000
Total pour l'agriculture	2 000	330	6 800	40	10 000				21 000
Changement d'affectation des terres et foresterie*		16	330	1	200				570
Déchets									
Enfouissement des déchets		40	850						850
Enfouissement des déchets		2,9	62	0,3	87				150
Incineration des déchets	0	0,0	0	0,0	0				0
Total des déchets	0	43	910	0,3	87				990
TOTAL	151 000	1600	34 000	47	15 000		0	0	199 000

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE COLOMBIE-BRITANNIQUE DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂	Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie							
Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	3 100	2 610	1 820	1 380	1 980	3 000	3 700
Production d'électricité et de vapeur	1 240	887	1 300	2 440	2 410	2 840	1 280
Exploitation minière	294	276	330	359	279	150	149
Secteur manufacturier	6 320	6 410	5 860	6 460	5 970	6 770	7 090
Construction	139	89	68	78	59	88	203
Transport							
Automobiles à essence	5 380	5 300	5 270	5 340	5 390	5 300	5 260
Camions légers à essence	2 770	2 970	3 200	3 470	3 760	3 970	4 060
Véhicules utilitaires lourds à essence	354	410	477	554	635	701	734
Motocyclettes	39	38	39	38	39	39	38
Véhicules tout-terrain à essence	362	361	376	528	564	606	629
Automobiles à moteur diesel	74	70	67	65	62	58	65
Camions légers à moteur diesel	80	64	56	51	51	50	49
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	2 930	2 830	2 880	3 010	3 290	3 510	3 690
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	1 760	1 750	1 810	1 750	1 870	2 250	2 500
Véhicules au propane et au gaz naturel	369	439	440	553	714	709	659
Transport aérien intérieur	1 910	1 970	2 010	1 780	2 030	2 430	2 700
Transport maritime intérieur	1 850	2 060	2 310	2 030	2 200	2 360	2 020
Transport ferroviaire	1 470	1 430	1 640	1 670	1 680	1 690	1 620
Sous-total des véhicules	19 300	19 700	20 600	20 800	22 300	23 700	24 000
Pipelines	820	1 060	1 000	1 080	1 200	1 330	1 450
Sous-total des transports	20 200	20 800	21 600	21 900	23 500	25 000	25 500
Résidentiel	4 390	4 290	4 060	4 740	4 440	4 490	5 090
Commercial et institutionnel	2 920	3 150	3 050	3 470	3 250	3 270	3 380
Autre	733	737	663	704	458	158	195
Sous-total de la combustion	39 300	39 200	38 700	41 500	42 300	45 800	46 600
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	490	480	360	470	510	570	630
Pétrole et gaz	3 000	3 100	3 500	3 600	4 300	4 900	5 100
Sous-total des émissions fugitives	3 500	3 600	3 800	4 100	4 800	5 400	5 800
Total de l'énergie	43 000	43 000	43 000	46 000	47 000	51 000	52 000
Procédés industriels							
Production de minéraux non métalliques	843	781	839	947	1 020	1 060	1 140
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0	0	0	0	0	0	0
Production de métaux ferreux	0	0	0	0	0	0	0
Production d'aluminium et de magnésium	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	100	57	0	0	120	64	90
Total des procédés industriels	2 200	2 100	2 100	2 200	2 400	2 300	2 400
Utilisation de solvants et d'autres produits	50	51	52	54	55	57	58
Agriculture							
Fermentation entérique	910	930	950	940	1 000	1 000	1 000
Traitement du fumier	380	390	390	390	420	430	420
Sols agricoles**	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Total pour l'agriculture	2 500	2 400	2 400	2 500	2 500	2 600	2 700
Changement d'affectation des terres et foresterie*	36	51	51	51	51	54	51
Déchets							
Enfouissement des déchets	3 400	3 700	3 800	3 800	3 900	4 000	4 300
Traitement des eaux usées	190	190	200	200	210	210	220
Incinération des déchets	67	68	70	72	74	76	78
Total des déchets	3 600	3 900	4 000	4 100	4 200	4 300	4 600
TOTAL	51 200	51 400	51 300	54 500	56 300	60 500	62 400

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE COLOMBIE-BRITANNIQUE EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	3 680	0,0	0,0	0,1	17				3 700
Production d'électricité et de vapeur	1 270	0,0	0,7	0,0	6,8				1 280
Exploitation minière	148	0,0	0,0	0,0	0,6				149
Secteur manufacturier	7 020	0,3	5,8	0,2	68				7 090
Construction	203	0,0	0,1	0,0	0,6				203
Transport									
Automobiles à essence	5 000	0,8	17	0,8	240				5 260
Camions légers à essence	3 710	0,6	13	1,1	340				4 060
Véhicules utilitaires lourds à essence	700	0,1	2,1	0,1	31				734
Motocyclettes	38	0,0	0,6	0,0	0				38
Véhicules tout-terrain à essence	608	0,8	16	0,0	5				629
Automobiles à moteur diesel	64	0,0	0,0	0,0	1				65
Camions légers à moteur diesel	48	0,0	0,0	0,0	1				49
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	3 650	0,2	3,8	0,1	41				3 690
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	2 220	0,1	2,4	0,9	280				2 500
Véhicules au propane et au gaz naturel	608	2,3	49	0,0	2				659
Transport aérien intérieur	2 620	0,1	2,7	0,3	80				2 700
Transport maritime intérieur	1 900	0,2	3,4	0,4	110				2 020
Transport ferroviaire	1 440	0,1	1,7	0,6	180				1 620
Sous-total des véhicules	22 600	5,3	110	4,3	1 300				24 000
Pipelines	1 440	0,0	0,7	0,0	5				1 450
Sous-total des transports	24 000	5,3	110	4,3	1 300				25 500
Résidentiel	4 660	17	360	0,2	73				5 090
Commercial et institutionnel	3 370	0,1	1,5	0,0	11				3 380
Autre	195	0,0	0,0	0,0	0,5				195
Sous-total de la combustion	44 600	23	480	4,8	1 500				46 600
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	30	630						630	
Pétrole et gaz	3 200	95	2 000						5 100
Sous-total des émissions fugitives	3 200	120	2 600						5 800
Total de l'énergie	47 800	150	3 100	4,8	1 500				52 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	1 140								1 140
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0,0	0				0
Production de métaux ferreux	0								0
Production d'aluminium et de magnésium	497						600	0	1 000
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	90								90
Total des procédés industriels	1 730	0	0	0,0	0		600	0	2 400
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,2	58				58
Agriculture									
Fermentation entérique		50	1 000						1 000
Traitement du fumier		7,8	160	0,8	260				420
Sols agricoles**	30			4	1 000				1 000
Total pour l'agriculture	30	57	1 200	5	1 000				2 700
Changement d'affectation des terres et foresterie*									
		1	23	0	30				51
Déchets									
Enfouissement des déchets		210	4 300						4 300
Traitement des eaux usées		4,6	96	0,4	120				220
Incineration des déchets	65	0,0	0	0,0	13				78
Total des déchets	65	210	4 400	0,4	130				4 600
TOTAL	49 600	430	9 100	10	3 100		600	0	62 400

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux. Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial. L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU YUKON ET DES TERRITOIRES DU NORD-OUEST DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre

1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996
Tous les gaz Tous les gaz Tous les gaz Tous les gaz Tous les gaz Tous les gaz Tous les gaz
kt éq. CO₂ kt éq. CO₂ kt éq. CO₂ kt éq. CO₂ kt éq. CO₂ kt éq. CO₂ kt éq. CO₂

Énergie

Utilisation de combustibles							
Industries des combustibles fossiles	143	83	84	68	63	93	67
Production d'électricité et de vapeur	319	325	332	328	365	407	343
Exploitation minière	53	60	138	45	116	91	31
Secteur manufacturier	43	19	24	11	28	34	25
Construction	7	6	8	7	7	26	4
Transport							
Automobiles à essence	108	108	117	118	109	107	100
Camions légers à essence	46	49	57	61	60	63	63
Véhicules utilitaires lourds à essence	8	9	11	12	12	13	12
Motocyclettes	1	1	1	1	1	1	0
Véhicules tout-terrain à essence	81	66	52	86	84	66	82
Automobiles à moteur diesel	1	1	1	1	1	1	1
Camions légers à moteur diesel	3	2	2	1	2	3	3
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	134	117	116	93	151	210	204
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	283	210	200	270	286	174	438
Véhicules au propane et au gaz naturel	1	3	0	5	6	11	3
Transport aérien intérieur	214	226	240	264	289	257	353
Transport maritime intérieur	0	0	1	1	0	71	90
Transport ferroviaire	2	2	2	2	2	2	1
Sous-total des véhicules	881	794	799	915	1 000	978	1 350
Pipelines	0	0	0	0	2	0	0
Sous-total des transports	881	794	799	915	1 010	978	1 350
Résidentiel	163	190	208	261	257	148	222
Commercial et institutionnel	334	405	395	433	423	518	436
Autre	3	13	21	7	6	8	6
Sous-total de la combustion	1 950	1 890	2 010	2 070	2 270	2 300	2 490
Émissions fugitives							
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	0	0	0	0	0	0	0
Pétrole et gaz	58	81	110	110	98	96	90
Sous-total des émissions fugitives	58	81	110	110	98	96	90
Total de l'énergie	2 000	2 000	2 100	2 200	2 400	2 400	2 600

Procédés industriels

Production de minéraux non métalliques	0	0	0	0	0	0	0
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0	0	0	0	0	0	0
Production de métaux ferreux	0	0	0	0	0	0	0
Production d'aluminium et de magnésium	0	0	0	0	0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	4	12	2	3	100	86	66
Total des procédés industriels	4	12	2	3	100	86	66

Utilisation de solvants et d'autres produits

	1	1	1	1	1	1	2
--	---	---	---	---	---	---	---

Agriculture

Fermentation entérique	0	0	0	0	0	0	0
Traitement du fumier	0	0	0	0	0	0	0
Sols agricoles**	0	0	0	0	0	0	0
Total pour l'agriculture	0	0	0	0	0	0	0

Changement d'affectation des terres et foresterie*

	4	13	30	49	27	230	47
--	---	----	----	----	----	-----	----

Déchets

Enfouissement des déchets	11	11	11	12	12	13	13
Traitement des eaux usées	10	10	11	11	11	11	11
Incinération des déchets	0	0	0	0	0	0	0
Total des déchets	21	21	22	23	23	24	25

TOTAL

2 040 2 040 2 210 2 330 2 550 2 930 2 740

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.



Environnement
Canada

Environment
Canada

DIRECTION DES DONNÉES SUR LA POLLUTION, DIVISION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE, AVRIL 1999.

Canada

SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU YUKON ET DES TERRITOIRES DU NORD-OUEST EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	67	0,0	0,0	0,0	0,2				67
Production d'électricité et de vapeur	330	0,0	0,6	0,0	12				343
Exploitation minière	31	0,0	0,0	0,0	0,1				31
Secteur manufacturier	25	0,0	0,0	0,0	0,0				25
Construction	4	0,0	0,0	0,0	0,0				4
Transport									
Automobiles à essence	95	0,0	0,3	0,0	5				100
Camions légers à essence	58	0,0	0,2	0,0	5				63
Véhicules utilitaires lourds à essence	12	0,0	0,0	0,0	1				12
Motocyclettes	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Véhicules tout-terrain à essence	79	0,1	2,1	0,0	1				82
Automobiles à moteur diesel	1	0,0	0,0	0,0	0				1
Camions légers à moteur diesel	3	0,0	0,0	0,0	0				3
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	202	0,0	0,2	0,0	2				204
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	389	0,0	0,4	0,2	49				438
Véhicules au propane et au gaz naturel	3	0,0	0,0	0,0	0				3
Transport aérien intérieur	342	0,0	0,7	0,0	10				353
Transport maritime intérieur	81	0,0	0,1	0,0	9				90
Transport ferroviaire	1	0,0	0,0	0,0	0				1
Sous-total des véhicules	1 270	0,2	4,1	0,3	82				1 350
Pipelines	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Sous-total des transports	1 270	0,2	4,1	0,3	82				1 350
Résidentiel	204	0,7	15	0,0	3				222
Commercial et institutionnel	436	0,0	0,1	0,0	0,7				436
Autre	6	0,0	0,0	0,0	0,0				6
Sous-total de la combustion	2 370	0,9	20	0,3	98				2 490
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	0,0	0,0						0	
Pétrole et gaz	5	4,0	85						90
Sous-total des émissions fugitives	5	4,0	85						90
Total de l'énergie	2 370	5,0	100	0,3	98				2 600
Procédés Industriels									
Production de minéraux non métalliques	0								0
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0,0	0,0				0
Production de métaux ferreux	0								0
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	66								66
Total des procédés industriels	66	0	0	0,0	0		0	0	66
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,0	2				2
Agriculture									
Fermentation entérique		0,0	0						0
Traitement du fumier		0,0	0,0	0,0	0,0				0
Sols agricoles**	0				0				0
Total pour l'agriculture	0	0	0	0	0				0
Changement d'affectation des terres et foresterie*		0	0	0,2	50				47
Déchets									
Enfouissement des déchets		1	13						13
Traitement des eaux usées		0,4	8,2	0,0	3,1				11
Incinération des déchets	0	0	0	0,0	0				0
Total des déchets	0	1	22	0,0	3,1				25
TOTAL	2 440	7	150	0,5	150		0	0	2 740

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



Environnement
Canada

Environnement
Canada

DIRECTION DES DONNÉES SUR LA POLLUTION, DIVISION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE, AVRIL 1999

Canada

ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU YUKON DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie					
Utilisation de combustibles					
Industries des combustibles fossiles	68	44	37	68	56
Production d'électricité et de vapeur	58	44	30	34	10
Exploitation minière	0	2	2	9	12
Secteur manufacturier	1	2	1	1	0
Construction	1	0	2	4	4
Transport					
Automobiles à essence	84	84	76	74	68
Camions légers à essence	41	44	42	43	43
Véhicules utilitaires lourds à essence	8	8	8	9	8
Motocyclettes	0	0	0	0	0
Véhicules tout-terrain à essence	8	9	8	11	10
Automobiles à moteur diesel	1	1	1	1	1
Camions légers à moteur diesel	1	1	1	1	1
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	57	53	105	113	107
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	127	65	14	25	120
Véhicules au propane et au gaz naturel	0	2	3	5	2
Transport aérien intérieur	18	19	22	25	31
Transport maritime intérieur	0	0	0	0	0
Transport ferroviaire	0	0	0	0	0
Sous-total des véhicules	345	288	279	308	391
Pipelines	0	0	0	0	0
Sous-total des transports	345	288	279	308	391
Résidentiel	9	24	29	20	25
Commercial et institutionnel	66	56	49	51	37
Autre	8	5	6	8	6
Sous-total de la combustion	557	464	435	503	540
Émissions fugitives					
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	0	0	0	0	0
Pétrole et gaz	47	48	45	42	40
Sous-total des émissions fugitives	47	48	45	42	40
Total de l'énergie	600	510	480	550	580
Procédés industriels					
Production de minéraux non métalliques	0	0	0	0	0
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0	0	0	0	0
Production de métaux ferreux	0	0	0	0	0
Production d'aluminium et de magnésium	0	0	0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	1	0	0	2	2
Total des procédés industriels	1	0	0	2	2
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0	0
Agriculture					
Fermentation entérique	0	0	0	0	0
Traitement du fumier	0	0	0	0	0
Sols agricoles**	0	0	0	0	0
Total pour l'agriculture	0	0	0	0	0
Changement d'affectation des terres et foresterie*	70	120	47	420	83
Déchets					
Enfouissement des déchets	4	4	4	4	4
Traitement des eaux usées	4	4	3	4	4
Incinération des déchets	0	0	0	0	0
Total des déchets	7	7	8	8	8
TOTAL	683	641	536	973	638

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.



SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU YUKON EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	56	0,0	0,0	0,0	0,2				56
Production d'électricité et de vapeur	9	0,0	0,0	0,0	0,4				10
Exploitation minière	12	0,0	0,0	0,0	0,0				12
Secteur manufacturier	0	0,0	0,0	0,0	0,0				0
Construction	4	0,0	0,0	0,0	0,0				4
Transport									
Automobiles à essence	64	0,0	0,2	0,0	3				68
Camions légers à essence	39	0,0	0,1	0,0	4				43
Véhicules utilitaires lourds à essence	8	0,0	0,0	0,0	0				8
Motocyclettes	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Véhicules tout-terrain à essence	10	0,0	0,3	0,0	0				10
Automobiles à moteur diesel	1	0,0	0,0	0,0	0				1
Camions légers à moteur diesel	1	0,0	0,0	0,0	0				1
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	106	0,0	0,1	0,0	1				107
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	107	0,0	0,1	0,0	13				120
Véhicules au propane et au gaz naturel	2	0,0	0,0	0,0	0				2
Transport aérien intérieur	29	0,0	0,2	0,0	1				31
Transport maritime intérieur	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Transport ferroviaire	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Sous-total des véhicules	367	0,0	1,0	0,1	23				391
Pipelines	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Sous-total des transports	367	0,0	1,0	0,1	23				391
Résidentiel	19	0,2	4,7	0,0	1				25
Commercial et institutionnel	37	0,0	0,0	0,0	0,0				37
Autre	6	0,0	0,0	0,0	0,0				6
Sous-total de la combustion	510	0,3	6	0,1	24				540
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		0,0	0,0						0
Pétrole et gaz	2	1,9	39						40
Sous-total des émissions fugitives	2	1,9	39						40
Total de l'énergie	512	2,1	45	0,1	24				580
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	0								0
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0,0	0,0				0
Production de métaux ferreux	0								0
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	2								2
Total des procédés industriels	2	0	0	0,0	0		0	0	2
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,0	0				0
Agriculture									
Fermentation entérique		0,0	0						0
Traitement du fumier		0,0	0,0	0,0	0,0				0
Sols agricoles**	0			0	0				0
Total pour l'agriculture	0	0	0	0	0				0
Changement d'affectation des terres et foresterie*		2	38	0,1	50				83
Déchets									
Enfouissement des déchets		0	4						4
Traitement des eaux usées		0,1	2,6	0,0	1,0				4
Incinération des déchets	0	0,0	0	0,0	0				0
Total des déchets	0	0	7	0,0	1,0				8
TOTAL	514	3	53	0,2	71		0	0	638

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DES TERRITOIRES DU NORD-OUEST DE 1990 À 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	1992 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1993 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1994 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1995 Tous les gaz kt éq. CO ₂	1996 Tous les gaz kt éq. CO ₂
Énergie					
Utilisation de combustibles					
Industries des combustibles fossiles	16	24	26	25	11
Production d'électricité et de vapeur	274	284	335	373	333
Exploitation minière	138	44	114	83	19
Secteur manufacturier	23	9	28	33	25
Construction	8	7	5	22	1
Transport					
Automobiles à essence	33	33	33	33	32
Camions légers à essence	16	17	18	19	21
Véhicules utilitaires lourds à essence	3	3	4	4	4
Motocyclettes	0	0	0	0	0
Véhicules tout-terrain à essence	44	76	76	55	72
Automobiles à moteur diesel	0	0	0	0	0
Camions légers à moteur diesel	1	1	1	1	1
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	59	41	46	98	97
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	73	205	272	148	318
Véhicules au propane et au gaz naturel	0	2	3	5	2
Transport aérien intérieur	222	245	268	232	323
Transport maritime intérieur	1	1	0	71	90
Transport ferroviaire	2	2	2	2	1
Sous-total des véhicules	454	627	723	670	961
Pipelines	0	0	2	0	0
Sous-total des transports	454	627	726	670	961
Résidentiel	199	237	228	128	197
Commercial et institutionnel	328	377	373	466	399
Autre	12	2	0	0	0
Sous-total de la combustion	1 450	1 610	1 830	1 800	1 950
Émissions fugitives					
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)	0	0	0	0	0
Pétrole et gaz	59	61	53	53	50
Sous-total des émissions fugitives	59	61	53	53	50
Total de l'énergie	1 500	1 700	1 900	1 900	2 000
Procédés industriels					
Production de minéraux non métalliques	0	0	0	0	0
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0	0	0	0	0
Production de métaux ferreux	0	0	0	0	0
Production d'aluminium et de magnésium	0	0	0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	2	2	100	84	64
Total des procédés industriels	2	2	100	84	64
Utilisation de solvants et d'autres produits	1	1	1	1	1
Agriculture					
Fermentation entérique	0	0	0	0	0
Traitement du fumier	0	0	0	0	0
Sols agricoles**	0	0	0	0	0
Total pour l'agriculture	0	0	0	0	0
Changement d'affectation des terres et foresterie*	4	4	4	4	4
Déchets					
Enfouissement des déchets	8	8	8	9	9
Traitement des eaux usées	7	7	8	8	8
Incinération des déchets	0	0	0	0	0
Total des déchets	15	15	16	16	17
TOTAL	1 530	1 690	2 010	1 960	2 100

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DES TERRITOIRES DU NORD-OUEST EN 1996

Catégorie de source et de puits de gaz à effet de serre	CO ₂ kt	CH ₄ kt	CH ₄ kt éq. CO ₂	N ₂ O kt	N ₂ O kt éq. CO ₂	HFCs kt éq. CO ₂	PFCs kt éq. CO ₂	SF ₆ kt éq. CO ₂	Total kt éq. CO ₂
Indicateur de Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310	140-11 700	6 500-9 200	23 900	
Énergie									
Utilisation de combustibles									
Industries des combustibles fossiles	11	0,0	0,0	0,0	0,0				11
Production d'électricité et de vapeur	321	0,0	0,5	0,0	11				333
Exploitation minière	19	0,0	0,0	0,0	0,1				19
Secteur manufacturier	25	0,0	0,0	0,0	0,0				25
Construction	1	0,0	0,0	0,0	0,0				1
Transport									
Automobiles à essence	31	0,0	0,1	0,0	2				32
Camions légers à essence	19	0,0	0,1	0,0	2				21
Véhicules utilitaires lourds à essence	4	0,0	0,0	0,0	0				4
Motocyclettes	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Véhicules tout-terrain à essence	69	0,1	1,9	0,0	1				72
Automobiles à moteur diesel	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Camions légers à moteur diesel	1	0,0	0,0	0,0	0				1
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	96	0,0	0,1	0,0	1				97
Véhicules tout-terrain à moteur diesel	282	0,0	0,3	0,1	35				318
Véhicules au propane et au gaz naturel	2	0,0	0,0	0,0	0				2
Transport aérien intérieur	313	0,0	0,6	0,0	10				323
Transport maritime intérieur	81	0,0	0,1	0,0	9				90
Transport ferroviaire	1	0,0	0,0	0,0	0				1
Sous-total des véhicules	898	0,2	3,1	0,2	59				961
Pipelines	0	0,0	0,0	0,0	0				0
Sous-total des transports	898	0,2	3,1	0,2	59				961
Résidentiel	185	0,5	10	0,0	2				197
Commercial et institutionnel	398	0,0	0,1	0,0	0,7				399
Autre	0	0,0	0,0	0,0	0,0				0
Sous-total de la combustion	1 860	0,7	14	0,2	73				1 950
Émissions fugitives									
Combustibles solides (p. ex., exploitation minière)		0,0	0,0						0
Pétrole et gaz	4	2,2	46						50
Sous-total des émissions fugitives	4	2,2	46						50
Total de l'énergie	1 860	2,8	60	0,2	73				2 000
Procédés industriels									
Production de minéraux non métalliques	0								0
Production d'ammoniac, d'acide adipique et d'acide nitrique	0			0,0	0,0				0
Production de métaux ferreux	0								0
Production d'aluminium et de magnésium	0						0	0	0
Production d'autres produits et de produits indifférenciés	64								64
Total des procédés industriels	64	0	0	0,0	0		0	0	64
Utilisation de solvants et d'autres produits	0	0	0	0,0	1				1
Agriculture									
Fermentation entérique		0,0	0						0
Traitement du fumier		0,0	0,0	0,0	0,0				0
Sols agricoles**	0			0	0				0
Total pour l'agriculture	0	0	0	0	0				0
Changement d'affectation des terres et foresterie*		0	2	0,0	2				4
Déchets									
Enfouissement des déchets		0	9						9
Traitement des eaux usées		0,3	5,6	0,0	2,1				8
Incinération des déchets	0	0,0	0	0,0	0				0
Total des déchets	0	1	15	0,0	2,1				17
TOTAL	1 930	5	97	0,3	79		0	0	2 100

* Toutes les émissions de CH₄ et de N₂O provenant des feux dirigés et des autres feux.

** On n'a retenu qu'un seul chiffre significatif en raison du niveau élevé d'incertitude.

Remarque : En raison de l'arrondissement, il se peut que la somme des montants individuels ne corresponde pas aux totaux.

Les émissions provenant de la production d'ammoniac sont incluses sous Production indifférenciée au niveau provincial.

L'utilisation de calcaire et de bicarbonate de soude n'est pas incluse dans les totaux provinciaux.



TABLEAU G

POTENTIEL DE RECHAUFFEMENT PLANÉTAIRE

Gaz à effet de serre	Formule chimique	Potentiel de réchauffement planétaire ¹ 100 ans
Dioxyde de carbone	CO ₂	1
Méthane	CH ₄	21
Oxyde nitreux	N ₂ O	310
HFC		
HFC-23	CHF ₃	11 700
HFC-32	CH ₂ F ₂	650
HFC-41	CH ₃ F	150
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1 300
HFC-125	C ₂ HF ₅	2 800
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄	1 000
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1 300
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃	300
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃	3 800
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	140
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	2 900
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6 300
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560
Hydrocarbures perfluorés (HPF)		
Tétrafluorométhane	CF ₄	6 500
Hexafluoroéthane	C ₂ F ₆	9 200
Perfluoropropane	C ₃ F ₈	7 000
Perfluorobutane	C ₄ F ₁₀	7 000
Perfluorocyclobutane	c-C ₄ F ₈	8 700
Perfluoropentane	C ₅ F ₁₂	7 500
Perfluorohexane	C ₆ F ₁₄	7 400
Hexafluorure de soufre	SF ₆	23 900

¹ Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), Groupe de travail I, 1995, Summary for Policy Makers, WMO/UNEP, 1996.

Remarque : Le PRP pour le méthane comprend les effets directs et indirects dus à la production d'ozone troposphérique et de vapeur d'eau stratosphérique. N'est pas inclus l'effet indirect de la production de dioxyde de carbone.